Distribuição de momentos (sinais de Cross)

0,4	0,6
− 15.750	
+ 6.300	+ 9.450
− 9.450	+ 9.450

Será $M_{2-1} = -9.450$ kgm na convenção corrente de sinais; se o arco do vão esquerdo fosse articulado em 2, sem continuidade com o vão adjacente, a impulsão e as reacções verticais seriam, respectivamente, nos dois apoios correspondentes, de acordo com o quadro IV,

$$H_1 = H_2 = 0{,}454 \times 20.000 = 9.080 \text{ kg}$$
$$V_2 = 0{,}700 \times 20.000 = 14.000 \text{ kg}; \quad V_1 = 0{,}300 \times 20.000 = 6.000 \text{ kg}$$

Do mesmo modo, para o arco do vão direito,

$$H_1 = H_2 = 0 \qquad V_1 = 0$$

A aplicação do momento − 9.450 kgm conduz às reacções finais

$$H_1 = H_{2e} = 9.080 - \frac{5 \times 9.450}{8 \times 5{,}25} = 7.960 \text{ kg}$$

$$H_{2d} = H_3 = -\frac{5}{8 \times 3{,}0} \times 9.450 = -1.970 \text{ kg}$$

$$V_1 = 14.000 - \frac{9.450}{15{,}0} = 13.370 \text{ kg}$$

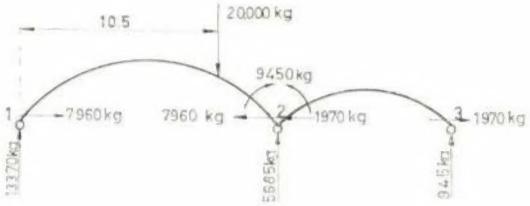


Fig. 6 — Valores das reacções de apoio do arco do exemplo III

$$\left.\begin{aligned} V_2 &= 6.000 + \frac{9.450}{15{,}0} = 6.630 \\ V_{2d} &= -V_3 = \frac{-9.450}{10{,}0} = -945 \text{ kg} \end{aligned}\right\} \quad R_2 = 5.685 \text{ kg}$$

IV — *Calcular as reacções de apoio do arco contínuo de três vãos indicado na figura 7, com articulações nas ligações aos quatro apoios.*

O problema resolve-se como no caso anterior, tratando-se igualmente, de uma estrutura sem deslocamentos laterais dos nós.

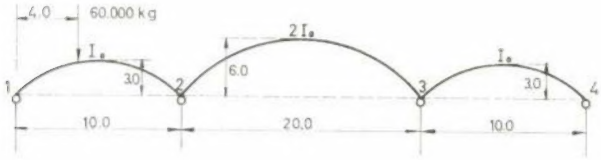


Fig. 7 — Hipótese de carga e de sustentação do exemplo IV

Rigidez dos arcos laterais $\dfrac{8\,E\,Io}{l_1} = 0{,}8\,E\,Io$

Rigidez do arco central $\dfrac{9 \times 2\,E\,Io}{l_2} = 0{,}9\,E\,Io$

Coeficientes de distribuição $\dfrac{0{,}8}{0{,}8 + 0{,}9} = 0{,}47 \qquad \dfrac{0{,}9}{0{,}8 + 0{,}9} = 0{,}53$

Momento de encastramento perfeito no 1.º vão, para $a/l = 0{,}4$ (quadro VI)

$$M_{2-1} = 0{,}048 \times 60.000 \times 10{,}0 = 28.800 \text{ kgm}$$

Momento de encastramento perfeito n.º 2.º e 3.º vãos

$$M_{2-3} = M_{3-2} = M_{3-4} = 0$$

Distribuição de momentos (sinais de Cross)

0,47	0,53	0,53	0,47
+ 28.800		+ 5.088	
− 13.536	15.264	− 2.697	− 2.391
− 423	+ 899	+ 159	
	− 476	− 84	− 75
	+ 28	+ 5	
− 13	− 15	− 2	− 3
+ 14.828	− 14.828	+ 2.469	− 2.469

Tomaremos $M_{2-1} = M_{2-3} = 14.800$ kgm, $M_{3-2} = M_{3-4} = 2.470$ kgm na convenção corrente de sinais.

Quanto às impulsões temos: 1.º vão, para o arco bi-articulado, a impulsão seria $0{,}620 \times 60.000 = 37.200$ kg (quadro IV, $f/l = 0{,}3$) e nos outros vãos seria nula; resultará portanto

$$H_1 = H_{2e} = 37.200 + \frac{5}{8 \times 3{,}0} \times 14.800 = 40.300 \text{ kg}$$

$$H_{2d} = H_{3e} = \frac{5}{8 \times 6{,}0} (2470 + 14800) = 1.800 \text{ kg}$$

$$H_{3d} = H_4 = \frac{5}{8 \times 3{,}0} \times 2.470 = 520 \text{ kg}$$

No respeitante às reacções verticais dos apoios,

$$V_1 = 0{,}600 \times 60.000 + \frac{14.800}{10{,}0} = 37.500 \text{ kg}$$

$$\left.\begin{aligned} V_2 &= 0{,}400 \times 60.000 - \frac{14.800}{10{,}0} = 22.500 \text{ kg} \\ V_{2d} &= \frac{14.800 + 2.470}{20{,}0} = 860 \text{ kg} \end{aligned}\right\} R_2 = 23.360 \text{ kg}$$

$$\left.\begin{aligned} V_{3e} &= -\frac{14.800 + 2.470}{20{,}0} = -860 \\ V_{3d} &= -\frac{2.470}{10{,}0} = -250 \text{ kg} \end{aligned}\right\} R_3 = -1110 \text{ kg}$$

$$V_4 = +\frac{2.470}{10{,}0} = +250 \text{ kg}$$

V — *Determinar os esforços que se produzem na estrutura indicada na figura 9, tendo o pilar intermédio o mesmo momento de inércia dos arcos no fecho.*

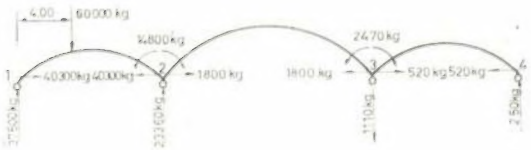


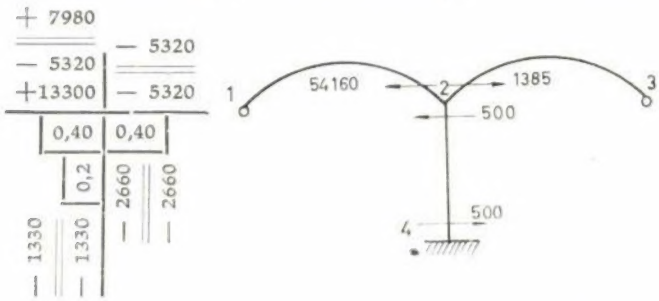
Fig. 8 — Valores das reacções de apoio do arco do exemplo IV

Teremos $f/l = 0{,}3$ e para rigidez dos arcos

$$\frac{8\,E\,Io}{8{,}0} = E\,Io \text{ e do pilar } \frac{4\,E\,Io}{8{,}0} = \frac{E\,Io}{2}$$

Coeficientes de distribuição iguais a 0,4 no arco e 0,2 no pilar. Momento de encastramento perfeito do arco esquerdo em 2, (quadro IV) $0{,}0208 \times 80.000 \times 8{,}0 = 13.300$ kgm.

A distribuição de momentos, numa 1.ª fase, considerando o nó 2 sem translacção, está indicada no 1.º esquema, com sinais de Cross, o que equivale, para a convenção habitual de sinais no arco, aos momentos $M_{2-1} = 7.980$ kgm; $M_{2-3} = 5.320$ kgm.



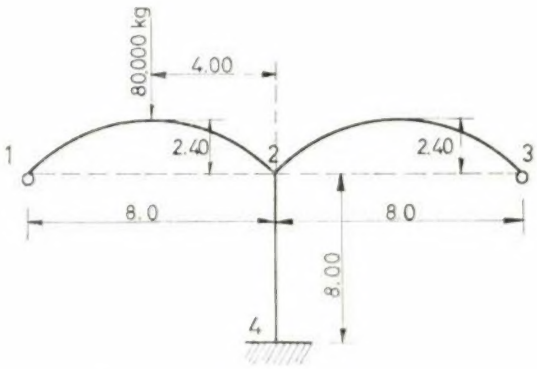


Fig. 9 — Estrutura do exemplo V

As impulsões nos arcos, se eles fossem articulados nas nascenças seriam

$$H_{2e} = 0{,}651 \times 80.000 = 52.080 \text{ kg}; \quad H_{2d} = 0$$

Atendendo à aplicação de momentos nos apoios, as impulsões serão efectivamente,

$$H_1 = 52.080 + \frac{5}{8 \times 2{,}4} \times 7.980 = + 54.160 \text{ kg}$$

$$H_2 = \quad 0 + \frac{5}{8 \times 2{,}4} \times 5.320 = + \ 1.385 \text{ kg}$$

e o esforço transverso na base do pilar,

$$- \frac{1.330 + 2.660}{8{,}0} = - 500 \text{ kg}$$

Devido ao desiquilíbrio destas forças, o nó 2 desloca-se para a direita, o que dá lugar, numa 2.ª etapa, à consideração dos seguintes momentos do encastramento perfeito.

No arco esquerdo

$$M_{1-2} = M_{2-1} = - \frac{5 \text{ E Io}}{f} \Delta = - \frac{5 \text{ E Io}}{8{,}0 \times 2{,}4} \Delta = - 0{,}2604 \text{ k}$$

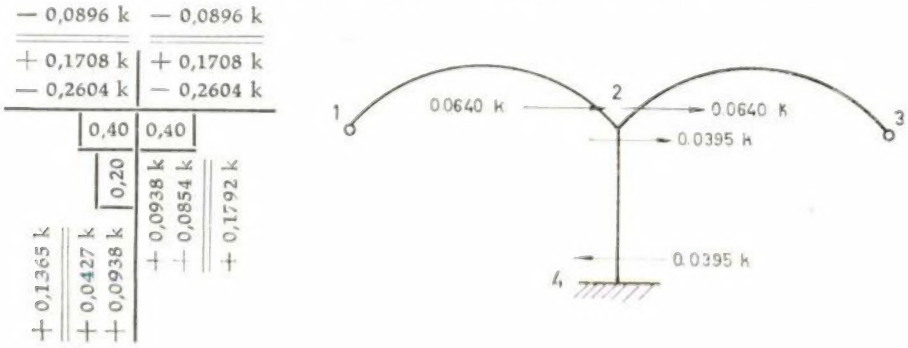
fazendo E Io Δ = k. No arco direito,

$$M_{1-2} = M_{2-1} = + \frac{5 \text{ E Io}}{8{,}0 \times 2{,}4} \Delta = + 0{,}2604 \text{ k}$$

No pilar,

$$M_{1-2} = M_{2-1} = \frac{6 \text{ E Io}}{8{,}0^2} \Delta = 0{,}09375 \text{ k}$$

A distribuição dos momentos está feita no 2.º esquema (sinais de Cross).



Anàlogamente ao anteriormente referido, se os arcos fossem articulados nas nascenças as impulsões seriam por virtude do deslocamento Δ,

$$H_1 = -\frac{15}{8}\frac{k}{f^2 l} = -\frac{15\,k}{8 \times 2{,}4^2 \times 8{,}0} = -\,0{,}0407\ k$$

$$H_2 = +\frac{15}{8}\frac{k}{f^2 l} = +\,0{,}0407\ k$$

Atendendo à aplicação dos momentos, as impulsões serão, efectivamente

$$-\,0{,}0407\ k - \frac{5}{8f}\,0{,}0896\ k = -\,0{,}0640\ k$$

$$+\,0{,}0407\ k + \frac{5}{8f}\,0{,}0896\ k = +\,0{,}0640\ k$$

O esforço transverso na base do pilar será

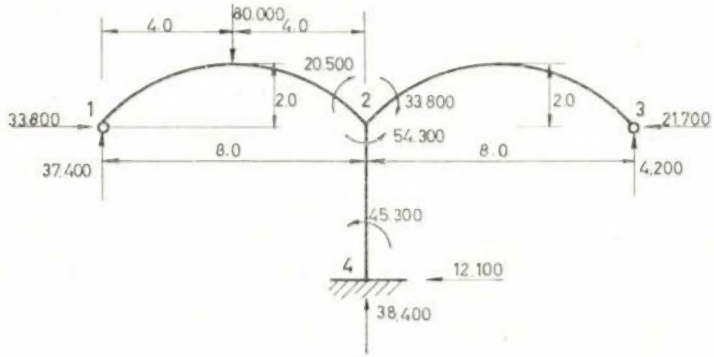
$$\frac{0{,}1792 + 0{,}1365}{8{,}0}\ k = 0{,}0395\ k$$

A condição de equilíbrio do nó deslocado 2, exige que

$$54.160 - 13.850 + 500 - (0{,}0395 + 0{,}0640 + 0{,}0640)\ k = 0$$

$$k = \frac{53.275}{0{,}1675} = 318.000$$

donde o valor final das reacções horizontais e momentos (sinais de Cross) nos nós



$$H_1 = 54.160 - 0{,}0640 \times 318.000 = 33.800\ \text{kg}$$
$$H_3 = 1.385 + 0{,}0640 \times 318.000 = 21.700\ \text{kg}$$
$$H_4 = -\,500 + 0{,}0395 \times 318.000 = 12.110\ \text{kg}$$
$$M_{2-1} = 7.980 - 0{,}0896 \times 318.000 = -\,20.500\ \text{kgm}$$
$$M_{2-3} = -\,5.320 - 0{,}0896 \times 318.000 = -\,33.800\ \text{kgm}$$
$$M_{2-4} = -\,2.660 + 0{,}1792 \times 318.000 = +\,54.300\ \text{kgm}$$
$$M_{4-2} = -\,1.330 + 0{,}1368 \times 318.000 = +\,45.300\ \text{kg}$$

Pelo que se refere às componentes verticais das reacções teremos

$$V_1 = \frac{80.000}{2} - \frac{20.500}{8} = 37.400\ \text{kg}$$

$$V_2 = \frac{80.000}{2} + \frac{20.500}{8} = 42.600$$

$$V_{2d} = \frac{33.800}{8} = -\,4.200$$

$$V_3 = \frac{33.800}{8} = 4.200\ \text{kg}$$

$$V_4 = 38.400\ \text{kg}$$

VI — *Determinar os esforços que se produzem na estrutura indicada na figura 10, para uma elevação de temperatura $\Delta t = 15^0$ centígrados (*). Secção dos arcos no fecho 35 × 50 e secção dos pilares igual à dos arcos nas nascenças. Supor uma estrutura de betão a que corresponde $\varepsilon = 10^{-15}$*

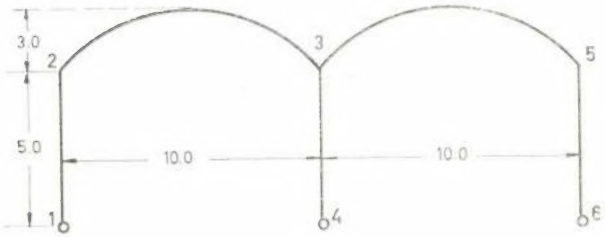


Fig. 10 — Estrutura a que se refere o exemplo VI

Teremos para momento de inércia do arco no fecho

$$I_o = 364.583 \text{ cm}^4$$

e dos pilares (quadro IV)

$$I = \frac{364.584}{0,94} = 569.661 \text{ cm}^4$$

Rigidez dos arcos, $\frac{9 E I o}{l} = \frac{9}{I o} E I o = 0,9 E I o$

» dos pilares $\frac{3 E I}{h} = \frac{3}{5} \frac{E I o}{0,64} 0,9375 E I o$

Coeficientes de distribuição

no arco $\frac{0,9}{0,9 + 0,9375} = 0,49$ nos pilares $\frac{0,9375}{0,9 + 0,9375} = 0,51$

Uma elevação de temperatura, dilatando os pilares por igual, faz subir os arcos sem instalar nestes quaisquer esforços. No arco há momentos iniciais a distribuir, e deslocamento dos nós 2 e 5, para o lado exterior. O nó 3 mantém-se imóvel.

O problema é resolvido em duas etapas, 1.º a rotação dos nós pela aplicação de momentos de encastramento perfeito correspondentes à variação de temperatura no arco (que equivale, neste, à deslocação de 2, para a direita, e de 5 para a esquerda, igual a $\varepsilon l \Delta t = 10^{-5} \times 1.000 \times 15 = 0,0015$ m $= 0,15$ cm ver quadro III). Depois consideramos a deslocação dos nós 2 e 5 da estrutura para o exterior a fim de obter a anulação dos esforços transversos, visto não actuarem forças horizontais na estrutura.

1.ª etapa

Para a convenção corrente de sinais, no arco,

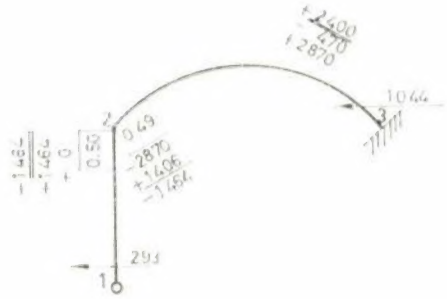
$$M_{1-2} = M_{2-1} = \frac{15}{2} \frac{E\ Io}{f l} \Delta x = \frac{15 \times 210.000 \times 364.583}{2 \times 300 \times 1.000} \times 0,15 = 287.000 \text{ kg cm} = 2.870 \text{ kgm}$$

e no pilar $M_{2-1} = 0$

Consideramos só metade da estrutura, como se a outra não existisse, e temos para esforço transverso na base do pilar

$$\frac{1464}{5,0} = 293 \text{ kg}$$

e no arco, em 3 a soma das impulsões que correspondem ao arco articulado com variação de temperatura e à aplicação dos momentos no arco articulado,



(*) Para formulário geral correspondente à estrutura deste exemplo, cf. M. A. Frangipani, «Calcul des Arcs Continus à Palées Solidaires», Travaux Novembro 1938. A estrutura de um só vão encontra-se em A. Kleinlogel «Porticos Simples Y Marcos».

$$+ \frac{15}{8} \frac{E\,Io}{f^2 l} \Delta x + \frac{5}{8f} (2.400 + 1.464) \times 100 = \frac{15 \times 210.000 \times 364.583}{2 \times 300^2 \times 1.000} \times 0{,}15 +$$

$$+ \frac{5}{8 \times 300} \times 386.400 = 239 + 805 = 1.044 \text{ kg}$$

valores estes que nos indicam a existência de um desiquilíbrio nesta 1.ª fase.

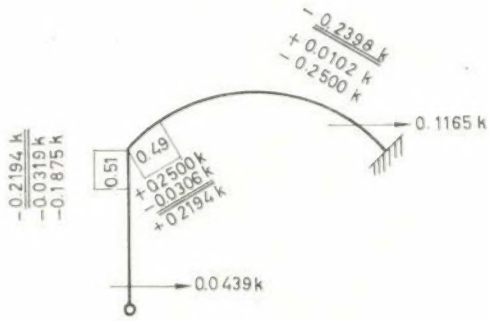
Na 2.ª etapa damos um deslocamento arbitrário Δ do nó 2 para a esquerda, a que correspondem momentos iniciais

$-\frac{15}{2} \frac{E\,Io}{f\,l} \Delta = -\frac{15}{2 \times 3 \times 10} k = -0{,}250\ k$, no arco fazendo $E\,Io\,\Delta = k$. No pilar será

$$3 \frac{E\,Io}{0{,}64\ h^2} \Delta = + \frac{3}{0{,}64 \times 5^2} k = + 0{,}1875\ k$$

Efectuando a transmissão de Cross, dentro da respectiva convenção de sinais, de acordo com o esquema anexo, resultam os esforços horizontais, no pilar,

$$-\frac{0{,}2194\ k}{5} = -0{,}0439\ k$$



e no arco

$$-\frac{15}{8} \frac{k}{f^2 l} - \frac{5}{8f} (0{,}2398 + 0{,}2194)\ k = -(0{,}0208 + 0{,}0957)\ k = -0{,}1163\ k$$

A condição de equilíbrio exige que

$$293 + 1.044 - 0{,}0439\ k - 0{,}1165\ k = 0$$

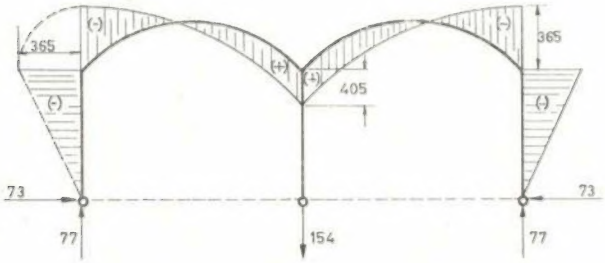
$$k = \frac{1335}{0{,}1602} = 8320$$

donde os momentos finais

$$M_{2-3} = 1.460 - 0{,}2194 \times 8.320 = 365 \text{ kgm}$$

$$M_{3-2} = 2.400 - 0{,}2398 \times 8.320 = + 405 \text{ kgm}$$

e as reacções

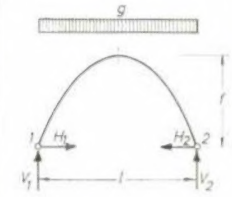
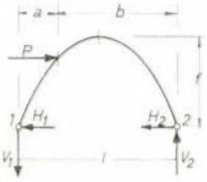
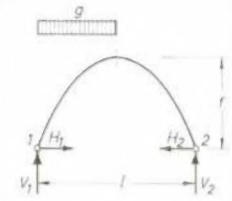
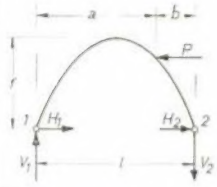
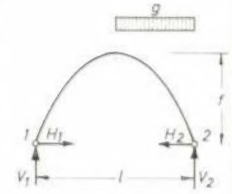
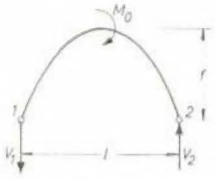
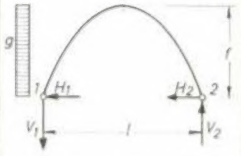
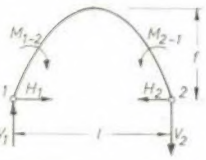
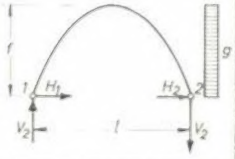
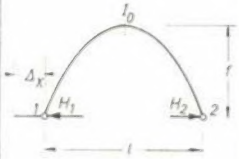
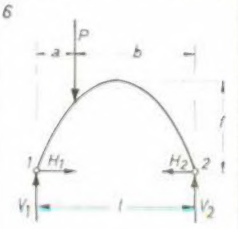


$$H_1 = \frac{M_{2-3}}{h} = \frac{365}{5} = 73 \text{ kg} = H_2$$

$$V_1 = \frac{405 + 365}{10} = 77 \text{ kg} = V_2$$

Fig. 11 — Diagrama dos momentos flectores e valores das reacções de apoio da estrutura do exemplo IV

Quadro I — Arco parabólico $I_x \cos\varphi = I_o$. Formulário para o arco articulado nos dois apoios.

HIPÓTESE DE CARGA E DE SUSTENTAÇÃO	REACÇÕES DE APOIO	HIPÓTESE DE CARGA E DE SUSTENTAÇÃO	REACÇÕES DE APOIO
1 	$V_1 = V_2 = \frac{gl}{2} = 0{,}500\ gl$ $H_1 = H_2 = \frac{gl^2}{8f} = 0{,}125\ \frac{gl^2}{f}$	7 	$V_1 = -V_2 = -\frac{4Pab}{l^3} f$ $H_1 = -\frac{Pb}{2l^5}\left[5a^2l^2 + 5ab(a^2+b^2) + 2b^4\right]$ $H_2 = \frac{Pa}{2l^5}\left[5b^2l^2 + 5ab(a^2+b^2) + 2a^4\right]$
2 	$V_1 = \frac{3}{8}\ gl = 0{,}375\ gl$ $V_2 = \frac{1}{8} gl = 0{,}125\ gl$ $H_1 = H_2 = \frac{gl^2}{16f} = 0{,}0625\ \frac{gl^2}{f}$	8 	$V_1 = -V_2 = \frac{4Pab}{l^3} f$ $H_1 = \frac{Pb}{2l^5}\left[5a^2l^2 + 5ab(a^2+b^2) + 2b^4\right]$ $H_2 = -\frac{Pa}{2l^5}\left[5b^2l^2 + 5ab(a^2+b^2) + 2a^4\right]$
3 	$V_1 = \frac{1}{8}\ gl = 0{,}125\ gl$ $V_2 = \frac{3}{8} gl = 0{,}375\ gl$ $H_1 = H_2 = \frac{gl^2}{16f} = 0{,}0625\ \frac{gl^2}{f}$	9 - Aplicação de momento no fecho. 	$V_1 = -V_2 = -\frac{M_o}{l}$ $H_1 = H_2 = 0$
4 	$V_1 = -V_2 = -\frac{gf^2}{2l} = -0{,}500\ \frac{gf^2}{l}$ $H_1 = -\frac{5}{7} gf = -0{,}714\ gf$ $H_2 = \frac{2}{7} gf = 0{,}286\ gf$	10 - Aplicação de momentos em 1 e em 2. 	$V_1 = -V_2 = \frac{M_{2-1} - M_{1-2}}{l}$ $H_1 = H_2 = \frac{5}{8f}\left[M_{1-2} + M_{2-1}\right]$
5 	$V_1 = -V_2 = \frac{gf^2}{2l} = 0{,}500\ \frac{gf^2}{l}$ $H_1 = \frac{2}{7} gf = 0{,}286\ gf$ $H_2 = -\frac{5}{7} gf = -0{,}714\ gf$	11 - Deslocamento Δ_x de 1 	$V_1 = V_2 = 0$ $H_1 = H_2 = -\frac{15\ EI_o}{8f^2 l}\ \Delta_x$ Variação de temperat. $\pm\Delta t$ $\pm E_t l \Delta t = \mp \Delta_x$
6 	$V_1 = \frac{Pb}{l}$ $V_2 = \frac{Pa}{l}$ $H_1 = H_2 = \frac{5\ Pab}{8fl^3}(l^2 + ab)$	12 - Deslocamento Δ_y de 1	$V_1 = V_2 = 0$ $H_1 = H_2 = 0$

TINTA

ANTI-CORROSIVA ESPECIAL

Para a pintura de:

DEPÓSITOS DE ÁGUA POTÁVEL E OUTROS
CALDEIRAS
MÁQUINAS
TURBINAS
ESTRUTURAS ABAIXO DOS PAVIMENTOS
ISOLAMENTOS DAS TUBAGENS
ESTRUTURAS METÁLICAS
MATERIAL CIRCULANTE
GUINDASTES
POSTES
PAVIMENTOS DE AÇO, FERRO, MADEIRA, TIJOLO, PEDRA E CIMENTO EXPOSTOS AO TEMPO, ETC.

GRANDE RESISTÊNCIA AO CALOR

REPRESENTANTE:

MENDES DE ALMEIDA

COMÉRCIO E INDÚSTRIA, S. A. R. L.

AV. 24 DE JULHO, 52 LISBOA-PORTUGAL TEL. 667710

SKF

O maior fabricante mundial de rolamentos oferece-lhe agora, também outros produtos, dos quais destacamos:

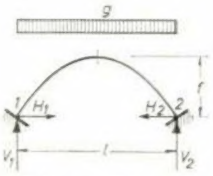
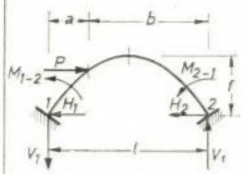
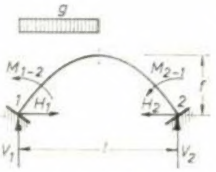
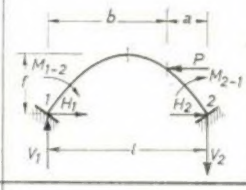
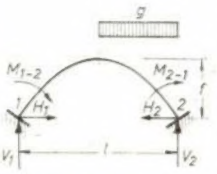
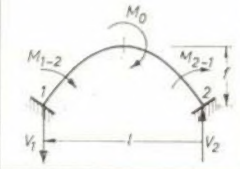
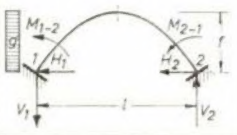
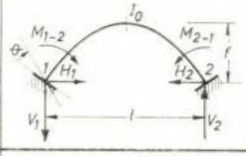
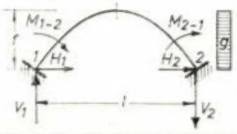
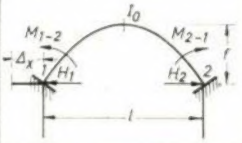
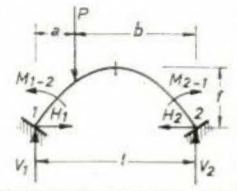
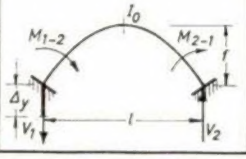
Acoplamentos «KOPPERS»
Ferramentas de roscar
Grupos cónicos
Mangas de esferas «STAR»
Massa lubrificante
Material têxtil
Pontos rotativos
Redutores velocidade «SINCRON»
Retentores especiais «V-RING»
Retentores para indústria «RUBER»
Rodas e rodízios
Rolamentos de esferas, agulhas e roletes
Rótulas lisas
Tubos para condução de líquidos corrosivos incluindo água salgada
Variadores «SINCRON»

apoiados como sempre numa ASSISTÊNCIA TÉCNICA PERFEITA

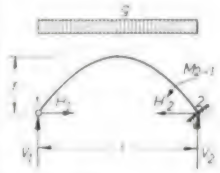
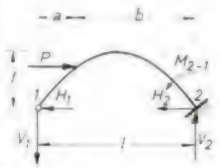
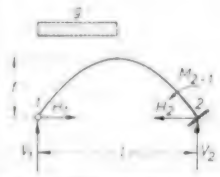
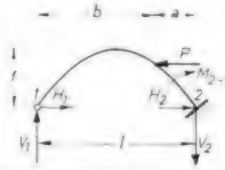
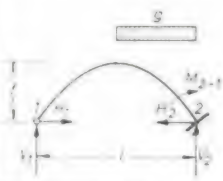
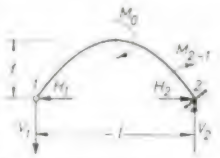
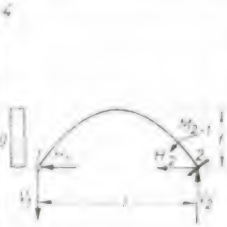
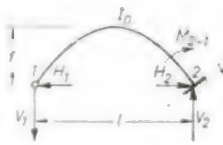
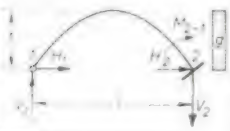
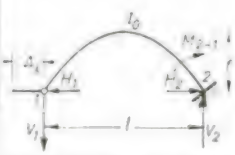
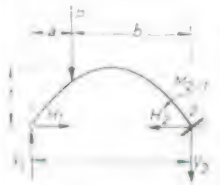
SOCIEDADE **SKF** LIMITADA

Praça da Alegria, 66-A — LISBOA * R. Delfim Ferreira, 604 — PORTO
Telefones 36 23 01-2-3-4 Telefones 69 20 54-5-6-7-8

Quadro II — Arco parabólico $I_x \cos \varphi = I_0$. Formulário para o arco encastrado nos dois apoios.

HIPÓTESE DE CARGA E DE SUSTENTAÇÃO	REACÇÕES DE APOIO	HIPÓTESE DE CARGA E DE SUSTENTAÇÃO	REACÇÕES DE APOIO
1 	$V_1 = V_2 = \frac{gl}{2} = 0{,}500\, gl$ $H_1 = H_2 = \frac{gl^2}{8f} = 0{,}125 \frac{gl^2}{f}$ $M_{1-2} = M_{2-1} = 0$	7 	$V_1 = -V_2 = -\frac{12\, Pfa^2b^2}{l^5}$ $H_1 = -\frac{Pb}{l^5}(15a^3b - 5a^2b^2 + 5ab^3 + b^4)$ $H_2 = \frac{Pa}{l^5}(15ab^3 - 5a^2b^2 + 5a^3b + a^4)$ $M_{1-2} = -\frac{2Pfab^2}{l^5}(3a^2 - 3ab + 2b^2)$ $M_{2-1} = \frac{2Pfa^2b}{l^5}(3b^2 - 3ab + 2a^2)$
2 	$V_1 = \frac{13}{32} gl = 0{,}406\, gl$ $V_2 = \frac{3}{32} gl = 0{,}094\, gl$ $H_1 = H_2 = \frac{gl^2}{16f} = 0{,}0625 \frac{gl^2}{f}$ $M_{1-2} = -M_{2-1} = -\frac{gl^2}{64} = -0{,}0313\, gl^2$	8 	$V_1 = \frac{12\, Pfa^2b^2}{l^5}$ $H_1 = \frac{Pb}{l^5}(15a^3b - 5a^2b^2 + 5ab^3 + b^4)$ $H_2 = -\frac{Pa}{l^5}(15ab^3 - 5a^2b^2 + 5a^3b + a^4)$ $M_{1-2} = \frac{2Pfab^2}{l^5}(3a^2 - 3ab + 2b^2)$ $M_{2-1} = -\frac{2Pfa^2b}{l^5}(3b^2 - 3ab + 2a^2)$
3 	$V_1 = \frac{3}{32} gl = 0{,}094\, gl$ $V_2 = \frac{13}{32} gl = 0{,}406\, gl$ $H_1 = H_2 = \frac{gl^2}{16f} = 0{,}0625 \frac{gl^2}{f}$ $M_{1-2} = -M_{2-1} = -\frac{gl^2}{64} = -0{,}0313\, gl^2$	9 - Aplicação de momento no fecho. 	$V_1 = -V_2 = -\frac{3}{2l} M_0 = -1{,}50 \frac{M_0}{l}$ $H_1 = H_2 = 0$ $M_{1-2} = -M_{2-1} = \frac{M_0}{4} = 0{,}250\, M_0$
4 	$V_1 = -V_2 = -\frac{gf^2}{4l} = -0{,}250 \frac{gf^2}{l}$ $H_1 = -\frac{11}{14} gf = -0{,}786\, gf$ $H_2 = \frac{3}{14} gf = 0{,}214\, gf$ $M_{1-2} = -\frac{51}{280} gf^2 = -0{,}182\, gf^2$ $M_{2-1} = \frac{19}{280} gf^2 = 0{,}0679\, gf^2$	10 - Rotação θ de 1 	$V_1 = -V_2 = -\frac{6EI_0}{l^2}\theta$ $H_1 = H_2 = \frac{15EI_0}{2fl}\theta$ $M_{1-2} = \frac{9EI_0}{l}\theta$ $M_{2-1} = \frac{3EI_0}{l}\theta$ Rigidez $k_{1-2} = k_{2-1} = \frac{9EI_0}{l}$ Coef. transm. $\eta_{1-2} = \eta_{2-1} = -\frac{1}{3}$
5 	$V_1 = -V_2 = \frac{gf^2}{4l} = 0{,}250 \frac{gf^2}{l}$ $H_1 = \frac{3}{14} gf = 0{,}214\, gf$ $H_2 = -\frac{11}{14} gf = -0{,}786\, gf$ $M_{1-2} = \frac{19}{280} gf^2 = 0{,}0679\, gf^2$ $M_{2-1} = -\frac{51}{280} gf^2 = -0{,}182\, gf^2$	11 - Deslocamento Δ_x de 1 	$V_1 = V_2 = 0$ $H_1 = H_2 = -\frac{45EI_0}{4f^2l}\Delta_x$ $M_{1-2} = M_{2-1} = -\frac{15EI_0}{2fl}\Delta_x$ Variação de temperat. $\pm\Delta t$ $\pm \varepsilon l \Delta t = \mp \Delta_x$
6 	$V_1 = \frac{Pb^2}{l^3}(l + 2a)$ $V_2 = \frac{Pa^2}{l^3}(l + 2b)$ $H_1 = \frac{15\, Pa^2b^2}{4fl^3}$ $M_{1-2} = -\frac{Pab^2}{2l^3}(2b - 3a)$ $M_{2-1} = -\frac{Pa^2b}{2l^3}(2a - 3b)$	12 - Deslocamento Δ_y de 1 	$V_1 = -V_2 = -\frac{12EI_0}{l^3}\Delta_y$ $H_1 = H_2 = 0$ $M_{1-2} = -M_{2-1} = \frac{6EI_0}{l^2}\Delta_y$

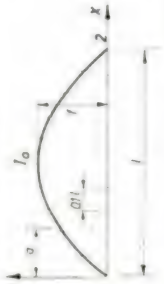
Quadro III = Arco parabólico $I_x \cos \varphi = I_o$. Formulário para o arco articulado num dos apoios e encastrado no outro.

HIPÓTESE DE CARGA E DE SUSTENTAÇÃO	REACÇÕES DE APOIO	HIPÓTESE DE CARGA E DE SUSTENTAÇÃO	REACÇÕES DE APOIO
1 	$V_1 = V_2 = \frac{gl}{2} = 0{,}500\ gl$ $H_1 = H_2 = \frac{gl^2}{8f} = 0{,}125\ \frac{gl^2}{f}$ $M_{2-1} = 0$	7 	$V_1 = -V_2 = -\frac{8Pab^2f}{3l^6}(b^2+6a^2+3ab)$ $H_1 = -\frac{Pb^2}{3l^5}(3b^3+5ab^2+30a^3)$ $H_2 = \frac{Pa}{3l^5}(3a^4+15a^3b+30ab^3+10b^4)$ $M_{2-1} = \frac{4Pabf}{3l^5}(b^3+3a^3+3ab^2-3a^2b)$
2 	$V_1 = \frac{19}{48}\ gl = 0{,}396\ gl$ $V_2 = \frac{5}{48}\ gl = 0{,}104\ gl$ $H_1 = H_2 = \frac{29}{384}\ \frac{gl^2}{f} = 0{,}0755\ \frac{gl^2}{f}$ $M_{2-1} = \frac{gl^2}{48} = 0{,}0208\ gl^2$	8 	$V_1 = -V_2 = \frac{8Pab^2f}{3l^6}(b^2+6a^2+3ab)$ $H_1 = \frac{Pb^2}{3l^5}(3b^3+5ab^2+30a^3)$ $H_2 = -\frac{Pa}{3l^5}(3a^4+15a^3b+3ab^3+10b^4)$ $M_{2-1} = -\frac{4Pafb}{3l^5}(b^3+3a^3+3ab^2-3a^2b)$
3 	$V_1 = \frac{5}{48}\ gl = 0{,}104\ gl$ $V_2 = \frac{19}{48}\ gl = 0{,}396\ gl$ $H_1 = H_2 = \frac{17}{384}\ \frac{gl^2}{f} = 0{,}0443\ \frac{gl^2}{f}$ $M_{2-1} = -\frac{gl^2}{48} = -0{,}0208\ gl^2$	9 - *Aplicação de momento no fecho.* 	$V_1 = -V_2 = -\frac{4}{3l}\ M_o = -1{,}333\ \frac{M_o}{l}$ $H_1 = H_2 = -\frac{5}{24f}\ M_o = -0{,}208\ M_o$ $M_{2-1} = -\frac{M_o}{3} = -0{,}333\ M_o$
4 	$V_1 = -V_2 = -\frac{13}{35}\ \frac{gf^2}{l} = -0{,}371\ \frac{gf^2}{l}$ $H_1 = -\frac{71}{112}\ gf = -0{,}634\ gf$ $H_2 = \frac{41}{112}\ gf = 0{,}366\ gf$ $M_{2-1} = \frac{9}{70}\ gf^2 = 0{,}129\ gf^2$	10 - *Rotação θ de 2* 	$V_1 = -V_2 = -\frac{8EI}{l^2}\ \theta$ $H_1 = H_2 = -\frac{5EI_o}{fl}\ \theta$ $M_{2-1} = -\frac{8EI}{l}\ \theta$ Rigidez $K_{2-1} = \frac{8EI}{l}$ coef. transm. $\eta_{2-1} = 0$
5 	$V_1 = -V_2 = \frac{31}{105}\ \frac{gf^2}{l} = 0{,}295\ \frac{gf^2}{l}$ $H_1 = \frac{53}{336}\ gf = 0{,}158\ gf$ $H_2 = -\frac{283}{336}\ gf = -0{,}842\ gf$ $M_{2-1} = -\frac{43}{210}\ gf^2 = -0{,}205\ gf^2$	11 - *Deslocamento Δ_x de 1* 	$V_1 = -V_2 = -\frac{5EI_o}{fl^2}\ \Delta_x$ $H_1 = H_2 = -\frac{25EI_o}{8f^2l}\ \Delta_x$ $M_{2-1} = -\frac{5EI_o}{fl}\ \Delta_x$ Variação de temperat. $\pm \Delta t$ $\pm \varepsilon l \Delta t = \mp \Delta_x$
6 	$V_1 = \frac{Pb^2}{3l^4}(12a^2+10ab+3b^2)$ $V_2 = \frac{Pa}{3l^4}(12a^2b+6ab^2+2b^3+3a^3)$ $H_1 = H_2 = \frac{5Pab^2}{6fl^3}(l+2a)$ $M_{2-1} = \frac{Pab}{3l^3}(3ab-3a^2+b^2)$	12 - *Deslocamento Δ_y de 1*	$V_1 = -V_2 = -\frac{8EI_o}{l^3}\ \Delta y$ $H_1 = -H_2 = -\frac{5EI_o}{fl^2}\ \Delta y$ $M_{2-1} = -\frac{8EI_o}{l^2}\ \Delta y$

Quadro IV — Arco parabólico $I_x \cos \varphi = I_o$ — Tabela dos valores de y, sen φ, cos φ e de V_1, V_2, H_1, H_2, M_{1-2} e M_{2-1} para a actuação de uma carga concentrada vertical P.

Arco parabólico $I_x \cos\varphi = I_o$

$$y = \frac{4f}{l^2}(l - x)$$

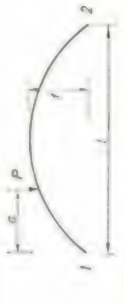


	$a =$	0,01	0,11	0,21	0,31	0,41	0,51	0,61	0,71	0,81	0,91	1,01
Valores de sen φ para $f/l =$	0,10	0,371	0,305	0,233	0,158	0,080	0,000	-0,080	-0,158	-0,233	-0,305	-0,371
	0,15	0,514	0,433	0,338	0,233	0,119	0,000	-0,119	-0,233	-0,338	-0,433	-0,514
	0,20	0,624	0,539	0,433	0,305	0,158	0,000	-0,158	-0,305	-0,433	-0,539	-0,624
	0,25	0,707	0,624	0,514	0,371	0,196	0,000	-0,196	-0,371	-0,514	-0,624	-0,707
	0,30	0,768	0,693	0,585	0,433	0,233	0,000	-0,233	-0,433	-0,585	-0,693	-0,768
	0,35	0,813	0,745	0,643	0,489	0,269	0,000	-0,269	-0,489	-0,643	-0,745	-0,813
	0,40	0,848	0,787	0,693	0,539	0,305	0,000	-0,305	-0,539	-0,693	-0,787	-0,848
	0,45	0,874	0,821	0,735	0,585	0,338	0,000	-0,338	-0,585	-0,735	-0,821	-0,874
	0,50	0,900	0,848	0,768	0,624	0,371	0,000	-0,371	-0,624	-0,768	-0,848	-0,900
Valores de cos φ para $f/l =$	0,10	0,928	0,952	0,972	0,987	0,997	1,000	0,997	0,987	0,972	0,952	0,928
	0,15	0,857	0,902	0,941	0,972	0,993	1,000	0,993	0,972	0,941	0,902	0,857
	0,20	0,781	0,842	0,902	0,952	0,987	1,000	0,987	0,952	0,902	0,842	0,781
	0,25	0,707	0,781	0,857	0,928	0,981	1,000	0,981	0,928	0,857	0,781	0,707
	0,30	0,640	0,722	0,812	0,902	0,972	1,000	0,972	0,902	0,812	0,722	0,640
	0,35	0,581	0,666	0,766	0,873	0,962	1,000	0,962	0,873	0,766	0,666	0,581
	0,40	0,530	0,615	0,722	0,842	0,952	1,000	0,952	0,842	0,722	0,615	0,530
	0,45	0,486	0,570	0,681	0,812	0,941	1,000	0,941	0,812	0,681	0,570	0,486
	0,50	0,448	0,530	0,640	0,781	0,928	1,000	0,928	0,781	0,640	0,530	0,448
Valores de y para $f/l =$	0,10	0,0001	0,0361	0,0641	0,0841	0,0961	0,1001	0,0961	0,0841	0,0641	0,0361	0,0001
	0,15	0,0001	0,0541	0,0961	0,1281	0,1441	0,1501	0,1441	0,1261	0,0961	0,0541	0,0001
	0,20	0,0001	0,072	0,1281	0,1681	0,1921	0,2001	0,1921	0,1681	0,1281	0,0721	0,0001
	0,25	0,0001	0,0901	0,1601	0,2101	0,2401	0,2501	0,2401	0,2101	0,1601	0,0901	0,0001
	0,30	0,0001	0,1081	0,1921	0,2521	0,2881	0,3001	0,2881	0,2521	0,1921	0,1081	0,0001
	0,35	0,0001	0,1261	0,2241	0,2941	0,3361	0,3501	0,3361	0,2941	0,2241	0,1261	0,0001
	0,40	0,0001	0,1441	0,2561	0,3361	0,3841	0,4001	0,3841	0,3361	0,2561	0,1441	0,0001
	0,45	0,0001	0,1621	0,2881	0,3781	0,4321	0,4501	0,4321	0,3781	0,2881	0,1621	0,0001
	0,50	0,0001	0,1801	0,3201	0,4201	0,4801	0,5001	0,4801	0,4201	0,3201	0,1801	0,0001

Actuação de uma carga vertical P

$V_1 = \delta P$ $\quad M_{1-2} = \delta Pl$ $\quad H_1 = \varphi P$

$V_2 = (1 - \delta) P$ $\quad M_{2-1} = \varepsilon Pl$ $\quad H_2 = \varphi P$



Arco articulado em 1 e 2	$\gamma =$	1,000	0,900	0,800	0,700	0,600	0,500	0,400	0,300	0,200	0,100	0,000
Valores de φ para $f/l =$	0,10	0,000	0,613	1,160	1,588	1,860	1,953	1,860	1,588	1,160	0,613	0,000
	0,15	0,000	0,409	0,773	1,059	1,240	1,302	1,240	1,059	0,773	0,409	0,000
	0,20	0,000	0,307	0,580	0,794	0,930	0,977	0,930	0,794	0,580	0,307	0,000
	0,25	0,000	0,245	0,464	0,635	0,744	0,781	0,744	0,635	0,464	0,245	0,000
	0,30	0,000	0,204	0,387	0,529	0,620	0,651	0,620	0,529	0,387	0,204	0,000
	0,35	0,000	0,175	0,331	0,454	0,531	0,558	0,531	0,454	0,331	0,175	0,000
	0,40	0,000	0,153	0,290	0,397	0,465	0,488	0,465	0,397	0,290	0,153	0,000
	0,45	0,000	0,136	0,258	0,353	0,413	0,434	0,413	0,353	0,258	0,136	0,000
	0,50	0,000	0,123	0,232	0,318	0,372	0,391	0,372	0,318	0,232	0,123	0,000
Arco encastrado em 1 e 2	$\gamma =$	1,000	0,972	0,896	0,784	0,648	0,500	0,352	0,216	0,104	0,028	0,000
	$\delta =$	0,000	-0,0608	-0,0640	-0,0368	0,000	0,0312	0,0480	0,0472	0,0320	0,0112	0,000
	$\varepsilon =$	0,000	0,0112	0,0320	0,0472	0,0480	0,0312	0,000	-0,0368	-0,0640	-0,0608	0,000
Valores de φ para $f/l =$	0,10	0,000	0,304	0,960	1,654	2,160	2,345	2,160	1,654	0,960	0,304	0,000
	0,15	0,000	0,203	0,640	1,103	1,440	1,563	1,440	1,103	0,640	0,203	0,000
	0,20	0,000	0,152	0,480	0,827	1,080	1,172	1,080	0,827	0,480	0,152	0,000
	0,25	0,000	0,122	0,384	0,662	0,864	0,938	0,864	0,662	0,384	0,122	0,000
	0,30	0,000	0,101	0,320	0,551	0,720	0,781	0,720	0,651	0,320	0,101	0,000
	0,35	0,000	0,0868	0,274	0,472	0,617	0,670	0,617	0,472	0,274	0,0868	0,000
	0,40	0,000	0,0759	0,240	0,413	0,540	0,586	0,540	0,413	0,240	0,0759	0,000
	0,45	0,000	0,0675	0,213	0,367	0,480	0,521	0,480	0,367	0,213	0,0675	0,000
	0,50	0,000	0,0608	0,192	0,331	0,432	0,469	0,432	0,331	0,192	0,0608	0,000
Arco articulado em 1 e encastrado em 2	$\gamma =$	1,000	0,932	0,853	0,759	0,648	0,521	0,384	0,248	0,0623	0,0035	0,000
	$\varepsilon =$	0,000	0,0315	0,0533	0,0595	0,0480	0,0208	-0,0160	-0,0525	-0,0747	-0,0645	0,000
Valores de φ para $f/l =$	0,10	0,000	0,810	1,493	1,960	2,160	2,083	1,760	1,260	0,693	0,210	0,000
	0,15	0,000	0,540	0,996	1,307	1,440	1,389	1,173	0,840	0,462	0,140	0,000
	0,20	0,000	0,405	0,747	0,980	1,080	1,042	0,880	0,630	0,347	0,105	0,000
	0,25	0,000	0,324	0,597	0,784	0,864	0,833	0,704	0,504	0,277	0,0840	0,000
	0,30	0,000	0,270	0,498	0,653	0,720	0,694	0,587	0,420	0,231	0,0700	0,000
	0,35	0,000	0,231	0,427	0,560	0,617	0,595	0,503	0,360	0,198	0,0600	0,000
	0,40	0,000	0,202	0,373	0,490	0,540	0,521	0,440	0,315	0,173	0,0525	0,000
	0,45	0,000	0,180	0,332	0,436	0,480	0,463	0,391	0,280	0,154	0,0467	0,000
	0,50	0,000	0,162	0,299	0,392	0,432	0,417	0,352	0,252	0,139	0,0420	0,000

Quadro V — Arco parabólico $I_x \cos \varphi = I_0$ — Tabela dos valores V_1, V_2, H_1, H_2, M_{1-2} e M_{2-1} para a actuação de uma carga concentrada horizontal P.

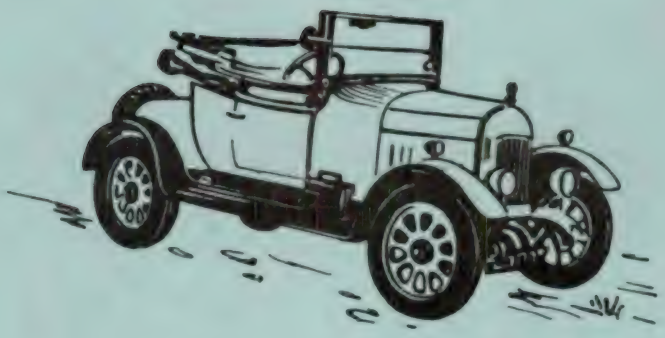
$H_1 = -\mathcal{H} P$ $\quad H_2 = (1-\mathcal{H}) P$

$M_{1-2} = -\mathcal{M} P l$ $\quad M_{2-1} = \mathcal{M} P l$

$V_1 = -\mathcal{V} P$ $\quad V_2 = \mathcal{V} P$

Actuação de uma carga horizontal P

		$a =$	0.01	0.11	0.21	0.31	0.41	0.51	0.61	0.71	0.81	0.91	1.01
Arco articulado em 1 e em 2	Valores de γ para $f/l =$	0.10	0.000	0.036	0.064	0.084	0.096	0.100	0.096	0.084	0.064	0.036	0.000
		0.15	0.000	0.054	0.096	0.126	0.144	0.150	0.144	0.126	0.096	0.054	0.000
		0.20	0.000	0.072	0.128	0.168	0.192	0.200	0.192	0.168	0.128	0.072	0.000
		0.25	0.000	0.090	0.160	0.210	0.240	0.250	0.240	0.210	0.160	0.090	0.000
		0.30	0.000	0.108	0.192	0.252	0.288	0.300	0.288	0.252	0.192	0.108	0.000
		0.35	0.000	0.126	0.224	0.294	0.336	0.350	0.336	0.294	0.224	0.126	0.000
		0.40	0.000	0.144	0.256	0.336	0.384	0.400	0.384	0.336	0.256	0.144	0.000
		0.45	0.000	0.162	0.288	0.378	0.432	0.450	0.432	0.378	0.288	0.162	0.000
		0.50	0.000	0.180	0.320	0.420	0.480	0.500	0.480	0.420	0.320	0.180	0.000
		$\mathcal{H} =$	1.000	0.779	0.625	0.539	0.505	0.500	0.495	0.461	0.375	0.221	0.000
Arco encastrado em 1 e em 2	Valores de β para $f/l =$	0.10	0.000	0.0097	0.0307	0.0529	0.0691	0.0750	0.0691	0.0529	0.0307	0.0097	0.000
		0.15	0.000	0.0146	0.0461	0.0794	0.104	0.113	0.104	0.0794	0.0461	0.0146	0.000
		0.20	0.000	0.0194	0.0614	0.106	0.138	0.150	0.138	0.106	0.0614	0.0194	0.000
		0.25	0.000	0.0243	0.0768	0.132	0.173	0.188	0.173	0.132	0.0768	0.0243	0.000
		0.30	0.000	0.0292	0.0922	0.159	0.208	0.225	0.208	0.159	0.0922	0.0292	0.000
		0.35	0.000	0.0340	0.108	0.185	0.242	0.263	0.242	0.185	0.108	0.0340	0.000
		0.40	0.000	0.0389	0.123	0.212	0.276	0.300	0.276	0.212	0.123	0.0389	0.000
		0.45	0.000	0.0437	0.138	0.238	0.311	0.338	0.311	0.238	0.138	0.0437	0.000
		0.50	0.000	0.0486	0.154	0.265	0.345	0.375	0.346	0.265	0.154	0.0486	0.000
	Valores de δ para $f/l =$	0.10	0.000	-0.0224	-0.0236	-0.0182	-0.0138	-0.0125	-0.0131	-0.0129	-0.0097	-0.0039	0.000
		0.15	0.000	-0.0335	-0.0353	-0.0273	-0.0207	-0.0188	-0.0196	-0.0193	-0.0146	-0.0059	0.000
		0.20	0.000	-0.0447	-0.0471	-0.0365	-0.0276	-0.0250	-0.0261	-0.0257	-0.0195	-0.0078	0.000
		0.25	0.000	-0.0559	-0.0589	-0.0456	-0.0346	-0.0313	-0.0327	-0.0321	-0.0243	-0.0098	0.000
		0.30	0.000	-0.0671	-0.0707	-0.0547	-0.0415	-0.0375	-0.0392	-0.0386	-0.0292	-0.0118	0.000
		0.35	0.000	-0.0783	-0.0824	-0.0638	-0.0484	-0.0438	-0.0457	-0.0450	-0.0341	-0.0137	0.000
		0.40	0.000	-0.0894	-0.0942	-0.0729	-0.0553	-0.0500	-0.0522	-0.0514	-0.0389	-0.0157	0.000
		0.45	0.000	-0.101	-0.106	-0.0820	-0.0622	-0.0563	-0.0588	-0.0578	-0.0438	-0.0176	0.000
		0.50	0.000	-0.112	-0.118	-0.0912	-0.0691	-0.0625	-0.0653	-0.0643	-0.0487	-0.0196	0.000
	Valores de ε para $f/l =$	0.10	0.000	0.0039	0.0097	0.0129	0.0131	0.0125	0.0138	0.0182	0.0236	0.0224	0.000
		0.15	0.000	0.0059	0.0146	0.0193	0.0196	0.0188	0.0207	0.0273	0.0353	0.0335	0.000
		0.20	0.000	0.0078	0.0195	0.0257	0.0261	0.0250	0.0276	0.0365	0.0471	0.0447	0.000
		0.25	0.000	0.0098	0.0243	0.0321	0.0327	0.0313	0.0346	0.0456	0.0589	0.0559	0.000
		0.30	0.000	0.0118	0.0292	0.0386	0.0392	0.0375	0.0415	0.0547	0.0707	0.0671	0.000
		0.35	0.000	0.0137	0.0341	0.0450	0.0457	0.0438	0.0484	0.0638	0.0824	0.0783	0.000
		0.40	0.000	0.0157	0.0389	0.0514	0.0522	0.0500	0.0553	0.0729	0.0942	0.0894	0.000
		0.45	0.000	0.0176	0.0438	0.0578	0.0588	0.0563	0.0622	0.0820	0.106	0.101	0.000
		0.50	0.000	0.0196	0.0487	0.0643	0.0653	0.0625	0.0691	0.0912	0.118	0.112	0.000
		$\mathcal{H} =$	1.000	0.894	0.712	0.572	0.510	0.500	0.490	0.428	0.288	0.106	0.000
Arco articulado em 1 e encastrado em 2	Valores de γ para $f/l =$	0.10	0.000	0.0246	0.0464	0.0652	0.0783	0.0833	0.0519	0.0615	0.0372	0.0123	0.000
		0.15	0.000	0.0369	0.0696	0.0979	0.118	0.125	0.0778	0.0922	0.0558	0.0185	0.000
		0.20	0.000	0.0492	0.0928	0.130	0.157	0.167	0.104	0.122	0.0744	0.0247	0.000
		0.25	0.000	0.0616	0.116	0.163	0.196	0.208	0.130	0.154	0.0930	0.0308	0.000
		0.30	0.000	0.0739	0.139	0.196	0.235	0.250	0.156	0.184	0.112	0.0370	0.000
		0.35	0.000	0.0862	0.162	0.228	0.274	0.292	0.182	0.215	0.130	0.0432	0.000
		0.40	0.000	0.0985	0.186	0.261	0.313	0.333	0.208	0.246	0.149	0.0493	0.000
		0.45	0.000	1.108	0.209	0.294	0.353	0.375	0.233	0.277	0.167	0.0555	0.000
		0.50	0.000	1.231	0.232	0.326	0.392	0.417	0.259	0.307	0.186	0.0617	0.000
	Valores de ε para $f/l =$	0.10	0.000	0.0114	0.0176	0.0189	0.0177	0.0167	0.0182	0.0225	0.0268	0.0237	0.000
		0.15	0.000	0.0170	0.0264	0.0284	0.0265	0.0249	0.0273	0.0338	0.0462	0.0355	0.000
		0.20	0.000	0.0228	0.0352	0.0379	0.0353	0.0333	0.0364	0.0450	0.0536	0.0473	0.000
		0.25	0.000	0.0284	0.0439	0.0473	0.0442	0.0417	0.0454	0.0563	0.0670	0.0592	0.000
		0.30	0.000	0.0341	0.0527	0.0568	0.0530	0.0500	0.0545	0.0675	0.0804	0.0710	0.000
		0.35	0.000	0.0398	0.0615	0.0662	0.0618	0.0583	0.0636	0.0788	0.0938	0.0828	0.000
		0.40	0.000	0.0455	0.0703	0.0757	0.0707	0.0667	0.0727	0.0900	0.1072	0.0947	0.000
		0.45	0.000	0.0512	0.0791	0.0852	0.0795	0.0750	0.0818	0.1013	0.1206	0.1065	0.000
		0.50	0.000	0.0569	0.0879	0.0946	0.0883	0.0833	0.0909	0.1126	0.1340	0.1183	0.000
		$\mathcal{H} =$	1.000	0.708	0.515	0.420	0.395	0.396	0.381	0.321	0.207	0.073	0.000



OS VELHOS CALHAMBEQUES SÃO MAIS JOVENS DO QUE NÓS

Durante meio século respondemos sempre às exigências da Indústria Automóvel.

E quanto ela evoluiu...

Mais leves, de linhas mais funcionais, de maior potência, e cada vez com maior duração, são algumas das características actuais das nossas baterias...

mas sabe que ainda não estamos satisfeitos?

A SUA SATISFAÇÃO É O NOSSO OBJECTIVO MAIOR.

TUDOR

1920 — 1970

TUDOR 50 ANOS

LISBOA · TOMAR · C. BRANCO · PORTO · COIMBRA · VISEU · ÉVORA · BRAGA · SETÚBAL · AVEIRO · FARO

SERVIÇO
preciosos auxiliares do técnico moderno
PHILIPS
uma gama completa de sprays
Eficientes e económicos para serviço rápido
Os profissionais sabem que tempo é dinheiro. A gama Aerosol Philips inclui um limpa-contactos, verniz protector, fluido congelador, óleo penetrante e mais quatro úteis auxiliares para os técnicos que se prezam de servir bem, com rapidez e economia.
PHILIPS
Para informações mais detalhadas, envie-nos este cupão
Aos Serviços Técnicos da Philips Portuguesa, S. A. R. L.
Apartado 1331 - Lisboa 1
Desejo receber documentação sobre a gama
Aerosol Philips
Nome
Morada
PHILIPS

C. D. U. 663.63

TRATAMENTO DE ÁGUA COM CARVÃO ACTIVADO

por J. SARAFANA

RESUMO

O artigo estuda o uso de carvão activado no tratamento de água, especialmente no caso de se usarem colunas.

Depois de se considerarem os vários tipos de projectos dá-se um exemplo do modo como realizar a optimização num caso concreto.

SYNOPSIS

This paper studies the use of activated carbon in water treatement, specially in the case of carbon beds.

After considering the design of batch process and carbon beds, there is an example to show the way to do the optimization of the presented case.

1 — FACTORES INFLUENTES NA EFICIÊNCIA

1.1 — Introdução

O carvão activado é desde há muito utilizado para remover a cor e a turbidez da água, melhorando ao mesmo tempo o seu sabor. Isto deve-se à sua elevada eficiência na adsorção de agentes poluidores de natureza orgânica, os quais muitas vezes não são fàcilmente biodegradáveis.

Estas unidades usam-se por isso quase sempre como complemento do tratamento geral, seguindo-se à clarificação e lamas activadas.

O conhecimento da natureza real do processo de adsorção é limitado, embora haja várias teorias explicando a sua acção por meio de processos físicos, químicos e eléctricos ou ainda por uma combinação dos três.

Do ponto de vista operatório interessa principalmente saber aproveitar as vantagens da adsorção e conhecer os factores que influenciam a eficiência da operação.

Dado o desconhecimento teórico, na prática há que ensaiar para cada caso particular, a influência do pH, do tempo de contacto, do cloro, do amoníaco, e do ponto de contacto carvão-água dentro do processo global de tratamento, sendo em cada caso necessário determinar as condições mais favoráveis.

1.2 — Influência do pH

A influência do pH na eficiência de adsorção depende dos compostos contidos na alimentação, sendo em muitos casos despresável.

Contudo, alguns compostos são pouco adsorvidos no caso de pH elevado (> 8) o que se deve provàvelmente à formação de sais orgânicos menos adsorvíveis (fenóis $\longrightarrow$ fenolatos).

1.3 — Influência do tempo de contacto

No caso que pretendemos estudar (tratamento de água) o consumo de carvão tem que ser relativamente pequeno pelo que é conveniente manter períodos de contacto elevados, a fim de economizar carvão.

Este tempo anda pois entre 15 a 30 minutos.

1.4 — Influência do cloro

O cloro é usado quase universalmente na desinfecção da água e em muitos casos o seu uso permite reduzir, ou mesmo eliminar os cheiros e/ou sabores existentes na alimentação.

O uso de cloro e de carvão depende mais uma vez do caso considerado, sendo a eficiência variável com a ordem por que se efectuam os tratamentos, pelo que é necessário experimentar em cada caso quais as condições mais favoráveis.

1.5 — Influência do amoníaco

A adição de amoníaco evita a formação de compostos clorados, que muitas vezes dão à água mau cheiro e sabor.

As cloroaminas formadas por adição posterior de cloro são bem adsorvidas pelo carvão, em especial as di- e tricloroaminas.

1.6 — Influência do ponto de contacto carvão-água

O carvão em pó pode ser adicionado nos clarificadores ou nos filtros.

A granulometria extremamente fina deste carvão (90% passa num peneiro de 325 malhas), aliada à sua baixa densidade aparente obriga a tomar medidas especiais para o seu manuseamento, a fim de evitar grandes perdas e poeiras desagradáveis.

Se a adição for feita nos clarificadores, ele entra numa zona onde de início há uma grande agitação o que ajuda a adsorção, servindo o carvão para estabilizar o bolo obtido.

A adição nos filtros diminui o tempo disponível para o contacto, mas acelera a filtração e permite a detecção de fugas com facilidade.

2 — O CARVÃO ACTIVADO

A adsorção com carvão activado pode fazer-se com carvão em pó ou granulado.

O uso de carvão em pó facilita a adsorção na medida em que a sua maior superfície o permite, mas dificulta a sua posterior separação, quer nos espessadores (obriga a reduzir o caudal), quer nos filtros (obriga a ciclos operatórios mais curtos).

O carvão activado granulado é muito mais fácil de transportar e de armazenar (perdas em poeira reduzidas), não tem perdas de carga tão elevadas e é regenerável, podendo ser adaptado a processos contínuos ou semi-contínuos.

Assim, embora o carvão granulado seja mais caro por quilograma, as possibilidades que apresenta fazem com que, geralmente, seja o preferido.

É fácil de ver que a possibilidade de regeneração torna o seu custo real igual ao valor de:

$$c = \gamma \frac{\Delta W}{W} + \partial \left(1 - \frac{\Delta W}{W}\right) \qquad (1)$$

Normalmente, o preço do carvão granulado é de 17,3 Esc$/kg (27 cts./lb), as perdas no ciclo andam à volta de 5% da existência de carvão e o custo da regeneração, anda entre 0,2 e 2,5 Esc$/kg (0,3 — 4,0 cts./lb), conforme a dimensão da unidade.

Assim, mesmo no caso mais desfavorável, o custo real do carvão é apenas de 3,2 Esc$/kg (5,1 cts./lb), à parte a primeira carga, que constituirá uma parte dos custos de primeira instalação.

O carvão em pó mantém a preferência dos utilizadores apenas em casos especiais:

i) necessidade de carvão com elevada pureza (indústria farmacêutica)

ii) elevada purificação (afinação do produto da percolação)

iii) grande flexibilidade operatória (misturas diversas ou muito irregulares)

iv) tratamento de líquidos muito viscosos

v) impossibilidade de regeneração devido à natureza do adsorvato.

3 — PROJECTO DA COLUNA DE ADSORÇÃO

3.1 — Escolha do carvão activado

O carvão granulado não apresenta sempre as mesmas características as quais dependem do fabricante, e da sua origem.

Para cada caso, será necessário avaliar empìricamente, através de ensaios laboratoriais, qual o mais favorável. Há assim que proceder a:

i) experiência de adsorção com amostras dos diversos carvões depois de pulverizadas, de forma a determinar as isotérmicas de Freundlich

$$\frac{x_o - f_f}{W} = k\, x_f^{1/n} \qquad (2)$$

ii) extrapolar a linha obtida quando x_f tende para x_o, escolhendo em primeira aproximação aqueles carvões que no limite apresentarem valores mais elevados para a quantidade adsorvida, $(x_o - x_f)/W$.

Estas eficiências devem ser apresentadas numa base volumétrica, pois embora o carvão seja comprado a peso, ele ocupa na instalação um volume fixo, sendo portanto mais conveniente o menos denso.

O valor do limite de $(x_o - x_f)/W$ quando $x_f \rightarrow x_o$ é usado no cálculo da massa de carvão necessária para reduzir a concentração de impurezas de um dado valor.

No caso de havermos decidido usar carvão em pó a escolha termina aqui.

iii) para usar colunas de carvão granulado os melhores carvões têm que ser ainda avaliados do ponto de vista cinético, determinando-se o gradiente de concentrações do adsorvato na coluna de carvão através de uma experiência de percolação.

Esta curva, mais ou menos alongada no sentido longitudinal, conforme a velocidade de adsorção é menor ou maior, permite fixar:

— a capacidade da coluna até ao ponto de paragem
— o número de colunas a associar em série para realizar um bom aproveitamento do carvão para uma dada velocidade média de escoamento da água a tratar

iv) o projecto do adsorvedor termina com a avaliação da perda de carga na coluna.

3.2 — A associação de colunas

O uso de uma única coluna de adsorção só está indicado quando a zona de transferência de massa for muito curta e/ou o custo da operação de mudança de leito e regeneração for uma parte pouco importante das despesas totais (caso em que é necessário utilizar temperaturas e/ou pressões diferentes das ambientes, para evitar decomposição, cristalização, etc. da substância adsorvida).

Modernamente tende-se para colunas de leito móvel, onde a água e o carvão se deslocam em contracorrente.

i) caso duma única coluna

O projecto da unidade de adsorção baseia-se nas experiências indicadas anteriormente.

Se formos exprimir o caudal volumétrico de líquido tratado em função do volume de carvão necessário, vem:

$$Q = \frac{\varepsilon}{\theta} = \frac{q}{v} \qquad (3)$$

A massa de carvão necessária é dada por:

$$W = v\rho \qquad (4)$$

A vida útil do carvão no adsorvedor, ou seja o tempo que demora até o efluente atingir a sua concentração máxima, é dado por:

$$t = W\frac{v}{q} = \frac{\rho v}{Q} = \frac{\rho v \theta}{\varepsilon} \qquad (5)$$

Para aumentar a vida do carvão devemos pois diminuir a porosidade e/ou aumentar o tempo de residiência.

A diminuição da porosidade faz aumentar a perda de carga, enquanto que o aumento do tempo de residiência conduz a menores caudais de líquido tratado ou a colunas maiores que o admissível ($\simeq$ 10 m).

Isto obrigará a subdividir as colunas em vários elementos, associados de forma a que a perda de carga em cada um não seja demasiado elevada.

ii) caso das colunas em série

O uso de colunas em série está indicado sempre que o gradiente de concentrações ao longo da coluna de adsorção for muito suave para caudal escoado (fig. 1).

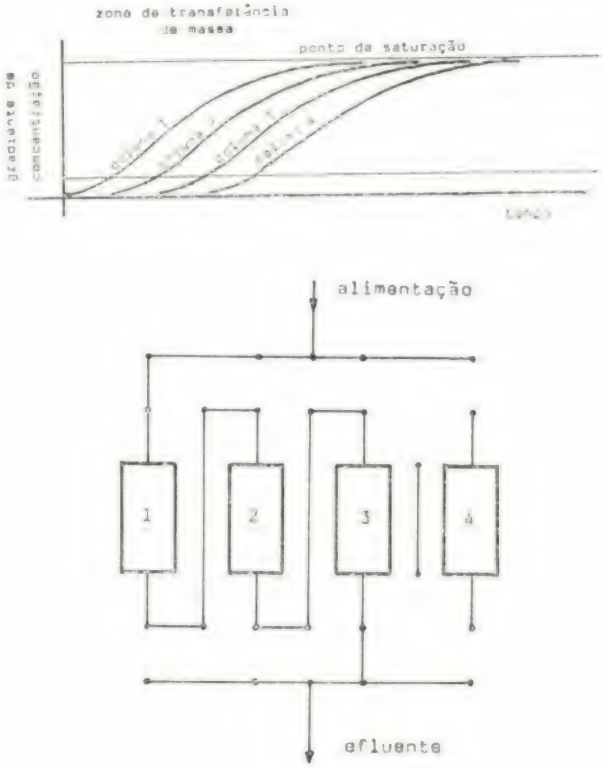


Fig. 1

Deste modo a vida útil da coluna pode ser aumentada, atingindo-se a saturação completa, pois assim que o efluente atinge a máxima concentração admissível é enviado para a coluna seguinte onde o carvão se encontra pronto para a adsorção.

A curva concentração-altura de coluna, é a mesma que no caso de uma só coluna apenas neste caso se encontra quebrada, tantas vezes quantas forem as colunas associadas em série ao mesmo tempo.

O número total de colunas está, no entanto, limitado pelos encargos a que obrigam, devendo comparar-se os custos de capital investido, manutenção e área ocupada, com o valor do carvão não utilizado.

iii) caso das colunas em paralelo

Este tipo de associação utiliza-se quando apesar de haver um caudal elevado a tratar, o tempo de vida útil das colunas é grande (fig. 2).

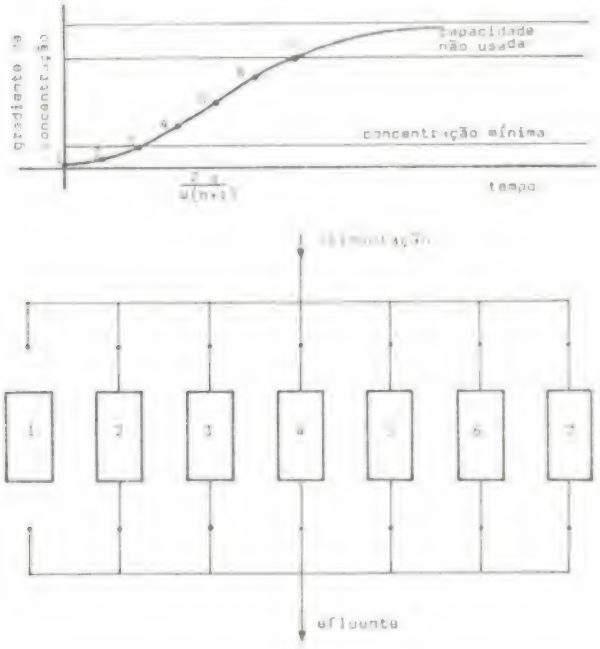


Fig 2

O projecto começa por fixar mais ou menos arbitràriamente o número de colunas.

A vida útil de cada uma será n vezes menor que a de uma única coluna (cujo tempo de vida é calculado da forma já indicada). Cada coluna terá que ter vida suficiente para que se possa fazer a regeneração e mudança de leito nesse intervalo de tempo.

A utilização da capacidade de adsorção do carvão não é tão completa como no caso das colunas em série mas a perda de carga é menor.

A concentração do efluente é o resultado da mistura dos efluentes das várias colunas.

iv) caso da coluna de leito móvel

O projecto deste sistema supõe que a coluna é constituída por uma série de leitos fixos (fig. 3). Cada leito é constituído pela quantidade de carvão retirado da coluna de cada vez (~ 5 % do total, o que corresponde a umas 20 colunas, portanto).

O intervalo de tempo entre duas extracções sucessivas é aproximadamente igual a t.5/100.

O carvão retirado juntamente com algum fluido de alimentação vai ser regenerado e depois introduzido de novo na parte superior da coluna juntamente com algum efluente.

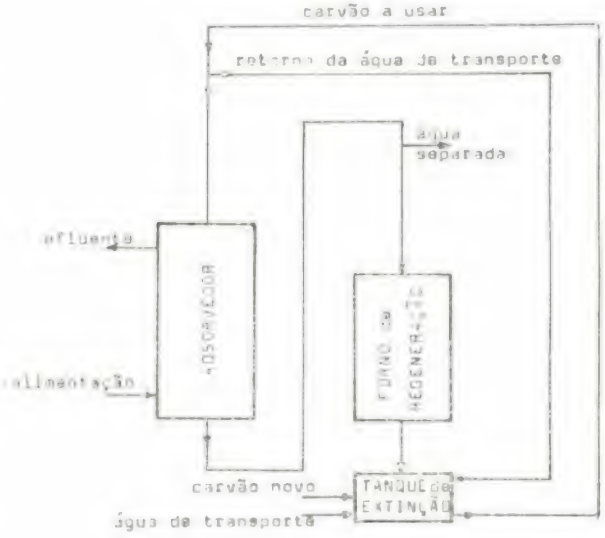


Fig. 3

3.3 — A perda de carga

A maior perda de energia nestas colunas resulta da perda de carga do líquido ao atravessá-las.

Embora o valor desta variável não possa ser calculado com segurança, a ordem de grandeza é dada por:

$$p = K \frac{h \mu q}{d^2 D^2}$$

O valor de K depende da maneira como for feito o enchimento da coluna.

Para leitos bem arrumados e perfeitamente assentes, o que na prática só se verifica fazendo passar de início alguma água em contracorrente antes de iniciar a fase de adsorção, $K = 1{,}06.10^3$ ($atm . mm^2 . cm^2/cm . cp . m^3/s$).

4—O CICLO DE ADSORÇÃO-DESADSORÇÃO

A parte do ciclo fora do adsorvedor é a parte mais crítica do tratamento, onde a economia do carvão está em jogo, devido à delicadeza que oferecem as operações de transporte e regeneração (fig. 3).

O transporte faz-se por via húmida em tubos de diâmetro variável, conforme a dimensão da

unidade, sendo a velocidade do fluido nesses tubos a necessária para que haja arrastamento das partículas de carvão.

A perda de carga verificada com esta suspensão é sensìvelmente igual à do fluido de transporte (água).

O carvão é retirado do adsorvedor por arrastamento com água obtendo-se uma suspensão com cerca de 0,25 kg de carvão por litro de água.

À entrada do forno de regeneração a água da suspensão é reduzida em mais de 60% por filtração (peneiros vibratórios ou rotativos de vácuo) ou por gravidade em espessadores.

O tipo de forno usado na regeneração depende da quantidade a tratar.

O carvão sai do forno para um tanque de extinção e a suspensão obtida é recirculada para o adsorvedor.

As bombas usadas para fazer circular estas suspensões são do tipo de diafragma ou centrífugas.

5 — ANÁLISE MATEMÁTICA DOS CUSTOS DE ADSORÇÃO

5.1 — Funções tecnológicas

Para poder encontrar uma relação entre o custo e a eficiência é necessário quantificar a operação de adsorção.

Começamos então por determinar o modo como a vida útil do leito varia com o tempo de residiência do líquido no adsorvedor.

Obtém-se assim a recta experimental:

$$\theta = a \cdot t + b \qquad (7)$$

A constante «a» indica a velocidade com que o carvão se vai saturando e permite por isso calcular para uma dada altura de leito o tempo disponível para a regeneração e substituição do leito.

A constante «b» por sua vez, representa o tempo que a zona de transferência de massa demora a atravessar uma dada secção, pelo que multiplicando o seu valor pela velocidade média do fluido no leito, obtemos o comprimento daquela.

Os valores de «a» e «b» dependem da alimentação, do efluente e da granulometria do carvão. Na tabela I dá-se uma ideia desses valores para um caso de tratamento de água.

TABELA I — Valores de "a" e "b" típicos

caso	granulometria	conc. final	a	b
1	8/30	1	0,21	2,2
2	8/30	3	0,21	1,3
3	8/30	6	0,21	0,9
4	20/50	3	0,14	0,5

5.2 — Funções de custo

A análise do custo parte do conhecimento dos encargos de capital (adsorvedores, primeira carga e de reactivação) e dos encargos variáveis (perdas na reactivação, combustível e vapor para a reactivação e mão-de-obra).

Durante a regeneração há sempre algum carvão que se degrada por atrito ou por combustão. Estas perdas como já dissémos são cerca de 5% da quantidade total.

As necessidades de gás natural são de cerca de 0,188 m^3 (PTN)/kg de carvão reactivado e as de vapor de 1 kg/kg de carvão reactivado.

Os custos de projecto e as contingências de construção avaliam-se em 40% dos encargos de capital.

A amortização baseada num período de 20 anos e uma taxa de actualização de 4%, representa por ano 7,4% do investimento global.

Os outros custos (mão-de-obra, manutenção, instrumentação, edifícios, etc.), supõem-se constantes em todos os casos e num estudo comparativo deste tipo não têm necessàriamente que ser tomados em conta.

TABELA II — Custo do equipamento e matérias-primas

forno de regeneração	$9900.R^{0,24}$ U.S $
adsorvedor	$25,1.V^{0,73}$ U.S.$
carvão (escala Tiler)	
a. 8/30 (2,4 — 0,6 mm)	0,44 U.S.$ kg
b 20/50 (0,8 — 0,3 mm)	0,73 U.S.$ kg
gás	21,2 U.S.$ 1000 m^3 (PTN)
vapor	4.30 U.S.$/t

fonte: Pittsburg Activated Carbon Co — 1967

Para uma unidade tratando 40-10^3 m^3/dia, com três adsorvedores, usando carvão de granulometria 8/30 (escala Tiler), com uma concentração

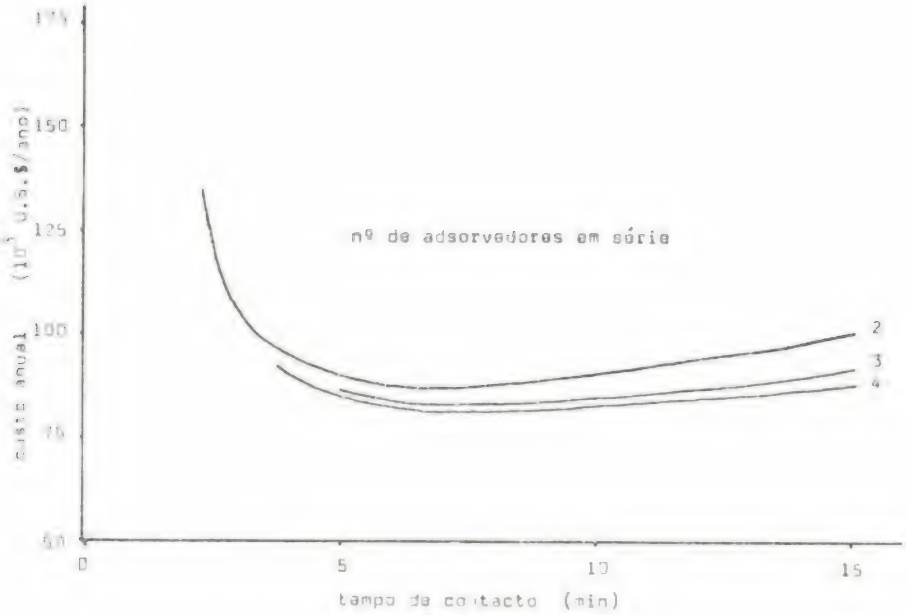


Fig. 4

final inferior a três unidades convencionais (*), podemos estudar a influência da variação dos vários parâmetros no custo anual.

Neste projecto preliminar supõe-se que a altura dos adsorvedores é de 7,5 m sendo a altura do leito de carvão de 4,5 m. Esta diferença deve-se à necessidade de permitir a expansão do leito durante a passagem de água em contracorrente, para melhor arrumação do leito.

Na figura 4 mostra-se a influência do número de adsorvedores no custo e no tempo de residiência óptimo.

O aumento do número de adsorvedores para além de três, pouco faz variar os custos anuais, pois o volume tratado por cada adsorvedor diminui.

Se por um lado os custos diminuem devido às menores dimensões dos adsorvedores e à menor quantidade de carvão necessária, por outro a construção dos recipientes mais pequenos é mais cara por unidade.

Verifica-se também que o tempo de residiência óptimo aumenta ligeiramente com o número de adsorvedores.

A influência da concentração final admissível está representada na figura 5. Naturalmente, quanto mais pequena for maior será o custo da operação e maior terá que ser o tempo de permanência óptimo.

O aumento de custo resulta de uma utilização menos eficiente do carvão, uma vez que a zona de transferência de massa aumenta de comprimento, quando a concentração admissível do efluente diminui.

Este aumento é mais acentuado para tempos de residiência menores, pois a quantidade de carvão não utilizado, quando o leito é retirado de serviço, e a quantidade de carvão a reactivar na unidade de tempo, aumentam ràpidamente.

Na figura 6 representa-se a influência da variação da granulometria e da concentração da alimentação (suposta reduzida para metade).

No primeiro caso o tempo de contacto óptimo diminui e como consequência o custo do tratamento baixa.

No segundo caso é evidente que o custo será menor. A curva obtida é paralela à curva de referência e ligeiramente deslocada para a esquerda.

Este facto, complica a optimização ao longo do ano, pois os caudais na unidade não podem

(*) Dada a complexidade da análise do efluente duma unidade de tratamento deste tipo preferimos usar unidades convencionais como foi indicado.

O valor indicado, 3 unidades convencionais, corresponderá a uma composição aproximada de:

BOD	5-20 mg/l
COD	20-30 mg/l
Turbidez	< 0,5
Fosfatos	0,4 — 2,9 mg/l
Sulfonatos alqui-benzénicos	1 — 3 mg/l
Bactérias coliformes (n.º)	15/100 ml
Sólidos em suspensão	< 0,5
Cor	20 — 50

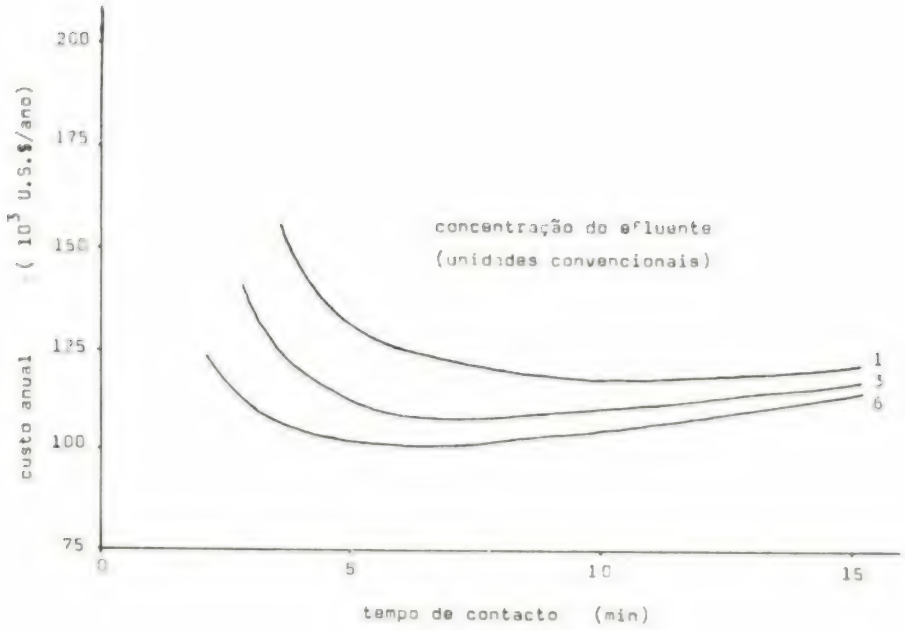


Fig. 5

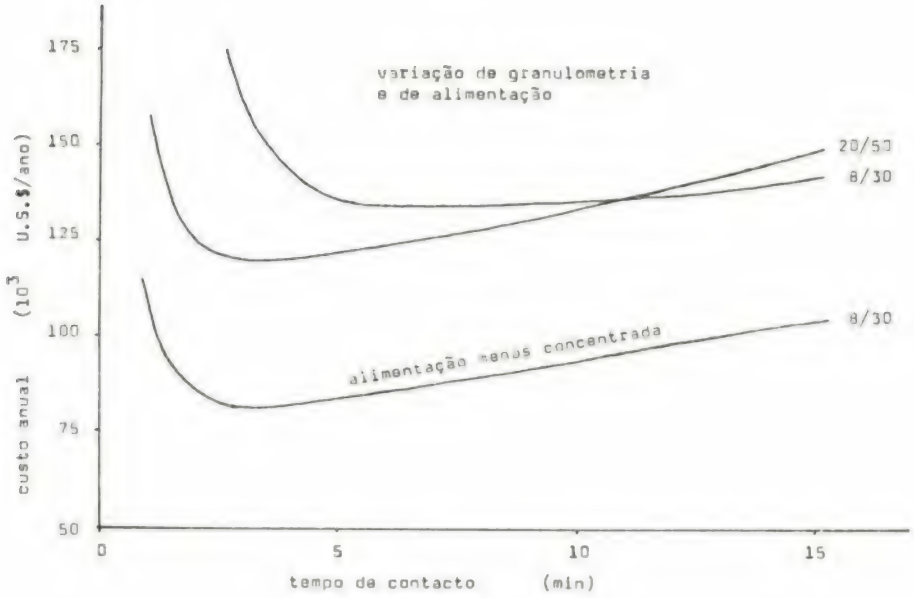


Fig. 6

variar entre grandes limites sem que a economia desta seja afectada e ao mesmo tempo se a concentração das matérias a separar varia com a estação; isto faz com que a unidade óptima seja diferente conforme o período do ano.

No conjunto, teremos que procurar utilizar ao máximo a capacidade da instalação de regeneração, diminuindo a capacidade da unidade no período de menores necessidades, mas mantendo um funcionamento contínuo, o que aumenta os gastos de armazenagem, mas evita as despesas de arranque.

O problema é análogo a outros já encontrados em pesquisa operacional.

6 — SOLUÇÃO MATEMÁTICA. MODELO I

6.1 — A função objectivo

A solução matemática pretende fixar o investimento mais económico para o adsorvedor e forno

de regeneração assim como a quantidade de carvão a manusear em cada estação do ano.

O balanço de massas em cada estação do ano será dado por:

$$f_i + g_i - e_i = v_{i+1} \qquad i = 1, 2, \ldots \tag{8}$$

A solução prévia não considera a possibilidade de a quantidade de carvão disponível exceder a capacidade de armazenagem, nem o custo dessa armazenagem.

Também se não especificam os detalhes da unidade, tais como o número de adsorvedores, etc.

A solução exige mais alguns dados económicos e/ou físicos sobre a operação.

TABELA III — outros dados	
n.º de períodos	$\lambda = 4$
custo unitário dos adsorvedores	$\alpha = 355$ U.S.$/m^3
custo unitário dos fornos	$\beta = 1{,}84\ 10^4 . R^{0{,}75}$ U.S.$/(kg/dia)
custo unitário do carvão novo	$\gamma = 0{,}44$ U.S.$/kg = 212$ U.S.$/m^3
custo unitário do carvão reactivado	$\delta = 0{,}022$ U.S.$/kg = 10{,}6$ U.S.$/m^3
perdas de carvão no ciclo	$j = 5\ \%$
taxa de actualização	$i = 4\ \%$
duração da unidade	$T = 20$ anos
flexibilidade do forno de regeneração	$= \pm 20\ \%$

O resultado da formulação do problema traduz-se pela equação:

$$C = \alpha V + \beta R + [(1 - \Delta W)\delta + \Delta W \gamma] \frac{1 - i^{-T}}{i - 1} \cdot \sum_i g_i \tag{9}$$

Esta equação está sujeita a várias restrições resultantes de se aplicar a um caso real.

A minimização da função objectivo representando o valor actual dos custos de capital e operatórios, conduz à escolha do volume do adsorvedor, capacidade de regeneração e forma de aproveitar a flexibilidade do forno de regeneração.

Os custos unitários do forno e do adsorvedor supõem-se constantes desprezando-se as possíveis economias de escala. A dificuldade pode desaparecer por aproximações sucessivas do valor pretendido.

Os custos operatórios da regeneração são dados por $(1 - \Delta W)\delta$ ao longo dos diversos períodos.

Os custos operatórios do carvão novo são dados por $\Delta W . \gamma$ para os mesmos períodos.

Para actualizar os custos usa-se o termo de correcção $(1 - i^T)/(i - 1)$.

6.2 — Restrições à função objectivo

A minimização da função objectivo indicada está sujeita a várias ligações que vamos passar a analisar:

(i) A quantidade de carvão pronto a usar, existente no início de qualquer dos períodos, juntamente com a quantidade regenerada nesse período, tem que ser igual ou maior que o consumo. Se esta condição não for satisfeita a qualidade do efluente será inferior ao fixado de início.

Há ainda uma restrição do mesmo tipo, destinada a assegurar que a quantidade de carvão disponível, em qualquer momento do período i, será sempre igual ou maior que o mínimo necessário para produzir um efluente com a qualidade desejada. Este volume mínimo, ou seja, este tempo de residiência mínimo é obtido a partir do valor de «b».

As duas restrições podem traduzir-se analìticamente por:

$$f_i + g_i \geqslant e_i \tag{10}$$

$$f_i \geqslant K_1 . Q . \theta_i \tag{11}$$

(ii) O balanço de massas é outra das restrições a considerar, pois em cada período é necessário que se mantenha a quantidade total de carvão.

As respectivas equações já foram indicadas em (8).

(iii) As necessidades de regeneração estão sujeitas a três tipos de ligações.

A primeira é de que a quantidade regenerada não pode exceder a do carvão saturado no mesmo período.

As outras duas condições referem-se à flexibilidade do forno, permitindo avaliar a operação no seu conjunto comparando os custos de para-

CONTROLE INDUSTRIAL

Mas com aparelhagem de Controle Industrial que dá informações precisas sobre as condições do processo em curso e corrige automàticamente os desvios às condições ideais.

O industrial português conquistará o seu lugar no Mercado Mundial se não esquecer que a luta com a concorrência começa a ser ganha durante a produção.

A realização do controle durante o processo, além de dar ao industrial garantias de boa produção, dá ao Comprador a certeza da boa qualidade dos produtos que compra.

FISHER Controls · CROUZET · TAYLOR · SAUTER · ENRAF

ELECTROTÉCNICOS REUNIDOS, LDA.
AV. DUQUE D'AVILA, 66, 3.º TELEF 41161/5

HOJE E SEMPRE... os aglomerados

ISOLA

– para isolamentos térmicos
acústicos
vibráticos

FAZEM PARTE INTEGRANTE
DA ARQUITECTURA MODERNA

Soc. Comercial de Isolamentos
de Cortiça, Lda.

AV. ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR, 17
LISBOA
Tel: 53 7191 · Teleg: Isola

mais de 70 países utilizam
os instrumentos geofísicos
ABEM

A gama de Instrumentos Geofísicos ABEM reduzem extraordinàriamente os custos de explorações mineiras, pesquisas de água e prospecções necessárias à Engenharia Civil.

Os Oscilógrafos ABEM, denominados ULTRALETTE foram concebidos para medições analíticas, registos em trabalhos de pesquisa, controlo de produção, na medicina e na defesa.

ABEM: 45 anos consecutivos ao serviço da Geofísica.

Contacte-nos. Peça o catálogo sobre Instrumentos Electromagnéticos, Magnéticos, Eléctricos, Sísmicos, Nucleares e Instrumentos de Controlo de Furos de Sondagem.

ABEM É UMA COMPANHIA DO GRUPO INTERNACIONAL ATLAS COPCO

Atlas Copco

SOCIEDADE ATLAS COPCO DE PORTUGAL, LDA.

vendas e assistência em mais de 100 países

gem e de arranque com os de manutenção em condições não óptimas.

Estas duas restrições limitam o intervalo operatório para uma exploração económica do forno.

Analìticamente estas restrições serão expressas por:

$$V - f_i + e_i \geqslant g_i \qquad (12)$$

$$(1 + \Delta) . R \geqslant (1 - \Delta W) . g_i \qquad (13)$$

$$(1 - \Delta) . R \leqslant (1 - \Delta W) . g_i \qquad (14)$$

(iv) O volume de carvão pronto a ser usado nunca pode exceder o volume total existente na unidade, pois esta ocorrência traduz-se afinal num investimento extra que poderia ser dispensado.

Para se satisfazer a esta condição, no modelo II introduz-se também como variável o custo de armazenagem do carvão. Analìticamente será:

$$f_i \leqslant V \qquad (15)$$

(v) Existe ainda a obrigatoriedade de todas as variáveis serem maiores ou quando muito iguais a zero.

6.3 — Conclusão e resultados

As variáveis volume do adsorvedor, capacidade do forno, política de gestão do carvão e da sua reactivação, constituem os parâmetros de decisão do modelo.

Além disto, há a considerar as variáveis dependentes associadas a cada uma das desigualdades que surgem a condicionar o problema de programação.

O tamanho dum programa deste tipo depende fundamentalmente do número de períodos considerados, sendo este número dado por $7\lambda . (8\lambda + 2)$.

Se for $\lambda = 4$, o número de memórias necessário é de $28 \times 34 = 952$. Se dividirmos o ano em doze meses vem $\lambda = 12$, e o número de memórias do computador que são utilizadas passa a ser de $84 \times 98 = 8232$.

No primeiro caso, mais simples, o tempo de cálculo para cada tentativa anda à volta de um minuto, incluindo todas as operações.

Os resultados obtidos sobre o que seria a exploração óptima, estão indicados na figura 7.

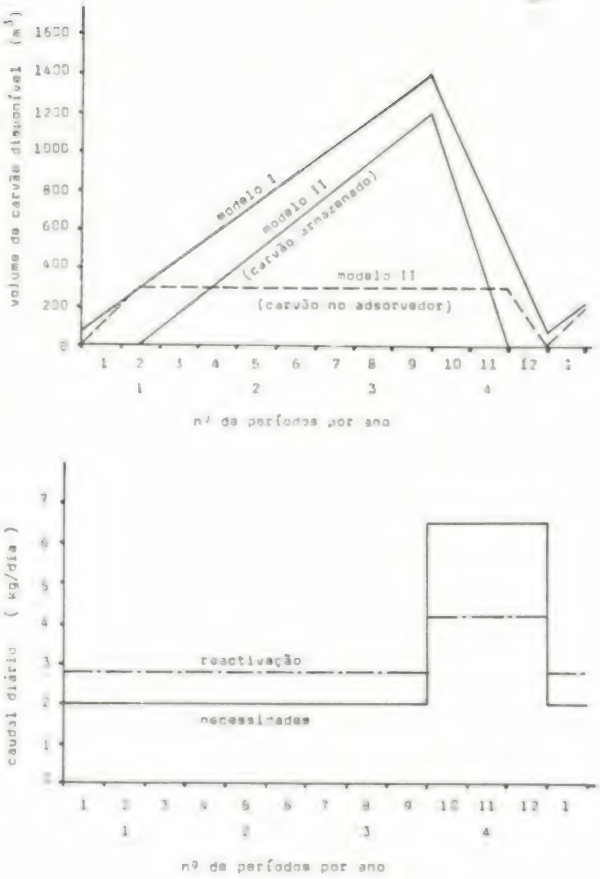


Fig. 7

7 — SOLUÇÃO MATEMATICA. MODELO II

Este modelo pretende ser um aperfeiçoamento do anterior, mediante a introdução da forma como gerir as reservas de carvão, fora do ciclo adsorção - desadsorção e supondo no exemplo citado que o custo de armazenagem é de 0,28 U. S. $/litro (incluindo 0,21 U. S. $/$l$ para investimento).

As equações da função objectivo e das restrições a esta, são muito semelhantes às do modelo anterior, não necessitando por isso de mais explicações (fig. 7).

A função objectivo é assim:

$$C = \alpha V + \beta R + \sigma s + [(1 - \Delta W)\,\delta + \Delta W . \gamma] \left[\frac{1 - i^T}{i - 1} \right] \sum_i \left[g_{is} + g_{iv} \right] \qquad (16)$$

As restrições são:

(i) $f_i + g_{iv} + g_{is} \geqslant e_i \qquad (17)$

$$f_i \geqslant K_1 Q_{0i} \quad (18)$$

(ii) $$f_i + g_{iv} + s_{iv} - e_i = f_{i+1} \quad (19)$$

$$s_i + g_{is} - s_{iv} = s_{i+1} \quad (20)$$

(iii) $$V - f_i + e_i \geqslant g_{is} + g_{iv} \quad (21)$$

$$(1-\Delta) . R \leqslant (1-\Delta W) (g_{is} + g_{iv}) \quad (22)$$

$$(1+\Delta) . R \geqslant (1-\Delta W) (g_{is} + g_{iv}) \quad (23)$$

(iv) $$f_i \leqslant V \quad (24)$$

(v) $$s_i \geqslant 0 \quad g_{is} \geqslant 0 \quad g_{iv} \geqslant 0 \quad s_{iv} \geqslant 0 \text{ etc.,} \quad (25)$$

7 – SENSIBILIDADE DOS RESULTADOS

O conhecimento da sensibilidade da função objectivo aos diversos parâmetros permite avaliar as operações em que pode ser útil aprofundar mais a análise efectuada.

Na figura 8 mostra-se a influência que podem ter no custo actualizado as variações da vida do equipamento, das perdas de carvão durante a regeneração, do custo da operação de regeneração, da taxa de actualização, e do custo do carvão no caso padrão que temos considerado.

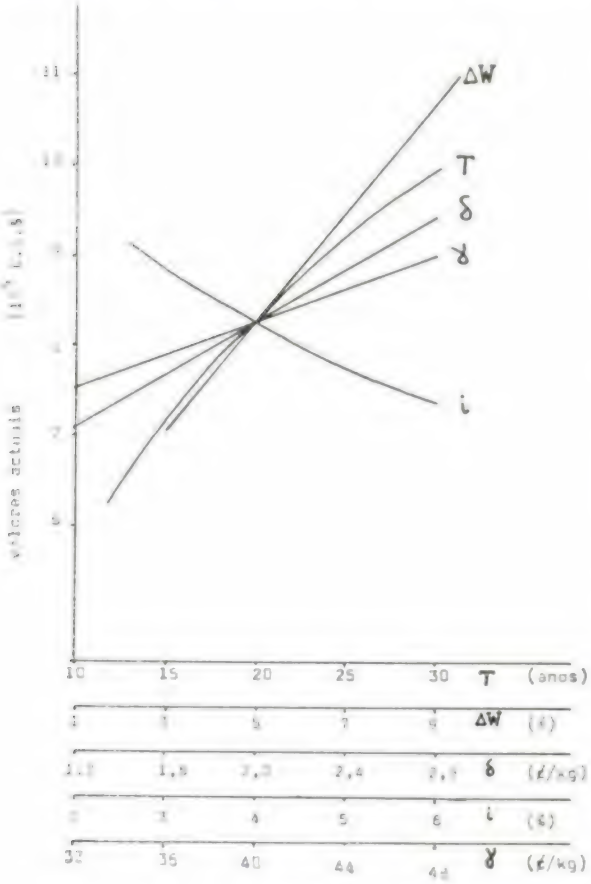


Fig. 8

Os resultados obtidos indicam que as perdas de carvão afectam imenso os custos finais.

Os resultados obtidos não têm em conta os possíveis erros de avaliação, quer da procura, quer os devidos a diminuição de capacidade do carvão com a utilização, ou a operação descontínua do forno de regeneração.

No primeiro caso se a procura for estocástica, será ainda possível o uso de um programa linear, embora à custa de um volume de cálculo muito maior.

No segundo caso a diminuição de capacidade de adsorção do carvão, provocada especialmente por compostos inorgânicos, tem que ser avaliada experimentalmente.

Por último, para resolver o terceiro problema será preciso conhecer os custos de arranque e de paragem do forno, e também em que medida é que aumenta a sua manutenção.

NOMENCLATURA

a constante (eq. 7)
b constante (eq. 7)
c custo real do carvão ($/kg)
C custo da operação ($/período)
d diâmetro médio das partículas de carvão (cm)
D diâmetro da coluna de carvão (cm)
e necessidades de carvão (kg/período)
f carvão não saturado no início do período (kg período)
g carvão regenerado durante o período (kg/período)
h altura do leito (cm)
k constante (eq. 2)
K constante (eq. 6)
i taxa de actualização (%)
j perda de carvão por ciclo (%)
m constante (eq. 2)
n número de leitos
Δp perda de carga (atm)
R quantidade de carvão regenerada (kg/período)
q caudal de fluido (m^3/s)
Q caudal de fluido (m^3/m^3 de leito. s)
s carvão armazenado (kg/período)
t vida útil do leito (s)
T vida útil da unidade (ano)
v volume do leito (m^3)

V volume do adsorvedor (m^3)
x_o concentração inicial (g/l)
x_f concentração final (g/l)
ΔW perdas de carvão (kg)
W quantidade de carvão utilizada (kg)
α custo unitário dos adsorvedores (\$/kg)
β custo unitário do forno (\$/kg)
γ custo unitário do carvão novo (\$/kg)
δ custo unitário do carvão reactivado (\$/kg)
Δ flexibilidade do forno de regeneração (%)
ε porosidade
λ n.º de períodos
μ viscosidade (cp)
θ tempo de residiência (s)
ρ densidade do leito (kg/m^3)
σ custo unitário de armazenagem (\$/período).

BIBLIOGRAFIA

CULP, R. L. — Carbon beds make big bid for water cleanup role — *75* 15 (1965) 50.

ROBECK, G. G. — Development of optimization models — J. AWWA Set (1966) 1170.

GOULD, M. e TAYLOR, J. — Makeshift granular carbon system resolves phenol lagoon pollution threat — Chem. Eng. Prog. Symp. Series Water (1969) 196.

FORNTWALT, H. J. e HUTCHINS, R. A. — Purifying liquids with activated carbon — Chem. Eng. *76* 7 (1966) 179; *76* 8 (1966) 155.

COLEBAUGH, FILICKY, e HYNDSHAW — Factors influencing the efficiency of activated carbon — J. AWWA Abr (1951) 322.

BYRNES — Municipal water purification with activated carbon — Puraqua, Roma (1969).

DOSTAL, PIERSON, HAGER, ROBECK — Carbon bed design criteria study at Nitro — J. AWWA Mai (1965) 663.

GREENBERG, MACHLER, CORNELIUS — Evaluation of the carbon adsortion method — J. AWWA Jun (1965) 791.

SHANNON, SILVESTON — Studies on the use of coal for waste treatement — Chem. Eng. Prog. Symp. Series Water — (1968) 198.

HYNDSHAW — Treatement aplication points for activated carbon — J. AWWA Jan (1962) 91.

WOODWARD, DOSTAL, e ROBECK — Granular activated carbon for odor removal — J. AWWA Mar (1964) 287.

WEBER, MORRIS — Adsortion in heterogeneous aqueous systems — J. AWWA Abr (1964) 447.

NOTICIÁRIO

3.as Jornadas Luso-Brasileiras de Engenharia Civil 24 de Junho a 8 de Julho de 1971

As Jornadas, que se realizam como consequência do «Acordo Básico de Cooperação Técnica entre os Governos de Portugal e do Brasil», têm como objectivo a aproximação mais íntima entre os técnicos ligados à engenharia civil dos dois países irmãos, de modo que cada um beneficie da experiência do outro.

Para a consecução do seu objectivo, as 3.as Jornadas incluirão:

a) Simpósios sobre temas especializados

b) Conferências com debate organizado prèviamente

c) Discussão e aprovação dos projectos de vocabulários e dos vocabulários técnicos luso-brasileiros, apresentados pelas respectivas comissões

d) Visitas técnicas

e) Exposições técnicas.

Nas 3.as Jornadas que se realizarão em Moçambique e Angola serão abordados os seguintes domínios:

a) em Moçambique

II — Aproveitamentos hidráulicos

III — Portos e obras marítimas

IV — Estradas de ferro e rodagem (tema relativo a estradas de ferro)

V — Planeamento regional e urbano

b) em Angola

I — Ensino e investigação

IV — Estradas de ferro e rodagem (tema relativo a estradas de rodagem)

VI — Habitação

VII — Estruturas

Informações: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil — Lisboa 5

Simpósio sobre dados da agitação marítima 4 a 7 de Maio de 1971

O Simpósio é organizado por: Instituto Hidrográfico, Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos, Serviço Meteorológico Nacional e Laboratório Nacional de Engenharia Civil e terá lugar no Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Temas para comunicações

Durante os dois primeiros dias serão apresentados e discutidos trabalhos originais que obedecerão aos seguintes temas:

1.º — *Geração e previsão das ondas do mar*
Aspectos relacionados com a génese das ondas pelo vento, crescimento e propagação para fora da área de geração, previsão e reconstituição (hindcast) com base em situações meteorológicas de superfície, determinação empírica de espectros de energia, etc.

2.º — *Recolha e tratamento de dados*
Ondógrafos e outros tipos de registo de agitação, observações visuais feitas de terra e de bordo de navios, métodos de processamento de dados, apresentação das características mais importantes das agitação, etc.

3.º — *Consequências da falta de informação acerca dos regimes de agitação*
Descrição de estragos na orla marítima, repercussão no dimensionamento de obras, etc.

4.º — *Simulação da agitação marítima*
Processos de geração de estados ondulatórios, modelos físicos, modelos matemáticos, etc.

Informações: Secretariado do Simpósio Sobre Dados de Agitação Marítima.

Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil — Lisboa 5.

O 5.º Congresso do CIB 22 a 30 de Junho de 1971

O «Conseil International du Batiment» para a investigação, estudo e documentação, que serve, à escala mundial, os institutos e centros de investigação do domínio da construção civil, organiza de três em três anos, um congresso aberto a todos aqueles que se interessam pela construção.

O próximo terá lugar em Versaills (Paris).

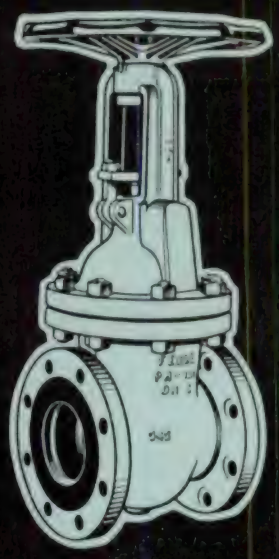
A orientação geral do 5.º Congresso é a apresentação de novas técnicas no domínio da construção civil e discussão do seu valor prático.

Informações: Centre Scientifique et Technique du Bâtiment — Secrétariat du 5.º Congrès du CIB, 4, Avenue du Recteur — Poincaré (75), Paris — 16e.

SP SUÇO-PORTUGUÊS | 286/439/AR

VÁLVULAS

de cunha,
retenção, regulação
e passagem



Segundo normas DIN e ASA,
para líquidos, vapores e gases
(incluindo Cl, NH_3 e SO_2).
Execução em ferro fundido, aço
vazado, aço inoxidável
e ligas especiais.
Diâmetros nominais de 10 a 600mm.
Pressões nominais de 4 a 40 kg./cm².

ESTUDOS • PROJECTOS
ORÇAMENTOS
ASSISTÊNCIA TÉCNICA

FENAL

SOCIEDADE PORTUGUESA DE VÁLVULAS, L.DA

Rua da Academia das Ciências, n.º 5,
Lisboa-2 – Telefone P.P.C.A. 320011.

S 5168

WACKER

Pinturas à base de Resinas de Silicone

protegem aparelhos industriais da humidade, da corrosão e da influência de temperaturas extremas.

As Resinas de Silicone Wacker dão, em conjunto com pigmentos apropriados, pinturas muito bem aderentes, impermeáveis e bem resistentes a temperaturas até + 600°C. O risco das pinturas se sujarem antes da estufagem pode ser eliminado pela aplicação de resinas de silicone secáveis ao ar.

Aconselhamos com todo o gosto e pomos à sua disposição receitas básicas de eficiência comprovada.

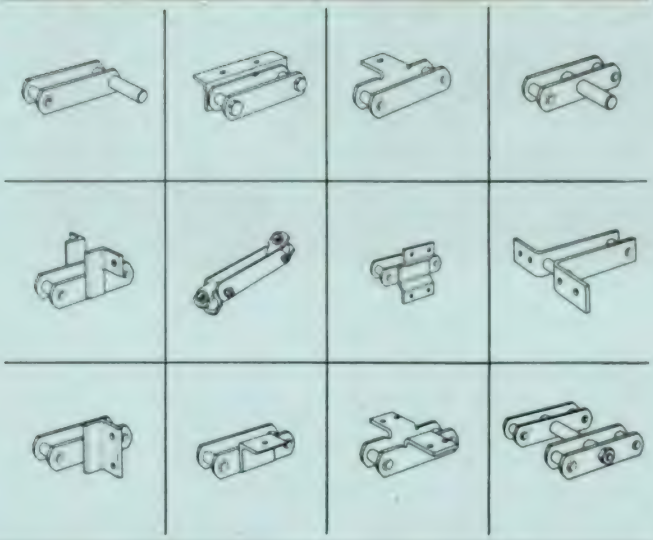
Em Portugal:
Hoechst Portuguesa, L.da.
Avenida Sidónio Pais, 379 – Tel. 67051 – Porto
Avenida Duque d'Avila, 169-1º – Tel. 45141 – Lisboa

No Brasil:
Hoechst do Brasil Química e Farmaceutica S. A.
Rua Braulio Gomes, 36 – Caixa Postal 6280
São Paulo – Telefone 35 31 52
Filiais no Rio de Janeiro – Recife – Porto Alegre – Salvador

WACKER-CHEMIE GMBH MÜNCHEN
Alemanha

RENOLD LIMITED

Correntes transportadoras rodas e accessorios — RENOLD



Correntes transportadoras padronizadas, de 1" até 24" de passo, 3000 lbs. até 85000 lbs. de carga de rotura. Linha completa de rodas e accessórios padronizados.

Correntes com articulação simples ou multipla para cargas suspensas.

Correntes padronizadas, para o transporte de garrafas e outras aplicações especializadas.

RENOLD

HOLROYD

Crofts

CARTER
HYDRAULIC INFINITELY VARIABLE SPEED DRIVES

Outros produtos para a transmissão de força e manejo mecânico, incluindo:

CORRENTES DE ROLOS DE PRECISÃO E RODAS
ENGRENAGENS E REDUTORES, DE REDUÇÃO FIXA E VARIAVEL,
LUVAS DE ACOPLAMENTO,
EMBRAIAGENS E FREIOS.

Informações técnicas sobre a linha completa de produtos RENOLD e HOLROYD na:

HARKER SUMNER & CIA., LDA.
38 Rua de Ceuta, 48
PORTO
Apartado No. 162. Tel: 27054 (4 linhas)
14 Largo do Corpo Santo, 18
LISBOA-2
Tel: 324823, 35124, 369028

RENOLD

RENOLD LIMITED · MANCHESTER · ENGLAND

Resumo dos artigos publicados na Técnica n.º 402

Ano XLV — Novembro 1970

M. Monteiro de Barros C. D. U. 65 : 378.962
65.012.65 : 658.3 [69]

A gestão por «Ratios»: um exemplo de aplicação ao dimensionamento actual dos quadros nas empresas de construção

Técnica No. 402 — XLV — 11. 1970, pág. 57-64.

Advoga-se a necessidade dos conhecimentos de «management» nos cursos técnicos das nossas escolas. Apresenta-se uma breve introdução à «comparação entre empresas» como moderno método de gestão, aplicado como exemplo ao dimensionamento dos quadros das firmas construtoras na actual fase de industrialização.

Brasão Farinha C. D. U. 624.072.32

Arco parabólico simétrico de espessura variável $I_x \cos \varphi = I_0$

Técnica No. 402 — XLV — 11. 1970, pág. 77-96.

Este artigo contém um formulário e tabelas para o cálculo do arco parabólico $I_x \cos \varphi = I_0$ nas hipóteses de articulação e encastramento nos dois apoios, e de articulação num deles e encastramento no outro. Exemplos de aplicação.

A. M Marrecas C. D. U. 536.2

Equações adimensionais da fonte móvel

Técnica No. 402 — XLV — 11. 1970, pág. 65-66.

Tornam-se adimensionais as expressões obtidas para os regimes transientes de propagação de calor, a partir de uma fonte móvel que se move com velocidade constante num meio infinito a duas e três dimensões.

J. Sarafana C. D. U. 663.63

Tratamento de água com carvão activado

Técnica No. 402 — XLV — 11. 1970, pág. 97-107.

O artigo estuda o uso de carvão activado no tratamento de água, especialmente no caso de se usarem colunas. Depois de se considerarem os vários tipos de projectos dá-se um exemplo do modo como realizar a optimização num caso concreto.

Duarte Ramos C. D. U. 621.311.1.001.2

Aplicação do método de redução a uma base arbitrária no cálculo de redes eléctricas

Técnica No. 402 — XLV — 11. 1970, pág. 67-76

Justifica-se a aplicação do método de redução a uma base arbitrária na especificação das máquinas eléctricas (alternadores, motores, transformadores) e apresentam-se as suas vantagens no cálculo das grandezas de curto-circuito permanente das redes eléctricas.

Synopsis of articles published in «Técnica» nº 402

XLV — November 1970

Brasão Farinha — U. D. C. 624.072.32

Symetrical parabolic archs variable thickness $I_x \cos \varphi = I_0$

Técnica No. 402 — XLV — 11. 1970, pag. 77-96.

This paper presents formulae and tables for the design of two-hinged one-hinged and hingeless parabolic archs $I_x \cos \varphi = I_0$. Examples.

M. Monteiro de Barros — U. D. C. 65:378.962 65.012.65 : 658.3 [69]

A management by «Ratios»: an application to the dimension of the technical staff in the contractors structures

Técnica No. 402 — XLV — 11. 1970, pag. 57-64.

The need of knowledge about «management» is defended for the programs of our technical schools. As an exemple, a brief introduction is done to the «comparison among firms» as a modern method of management, with an application to the problem of the dimension of the technical staff in the contractors structures during the present trends to industrialisation.

J. Sarafana — U. D. C. 663.63

Water treatment with activated carbon

Técnica No. 402 — XLV — 11. 1970, pag. 97-107.

This paper studies the use of activated carbon in water treatement, specially in the case of carbon beds.
After considering the design of batch process and carbon beds, there is an exemple to show the way to do the optimization of the presented case.

A. M. Marrecas — U. D. C. 536.2

Dimensionless equations for moving heat sources

Técnica No. 402 — XLV — 11. 1970, pag. 65-66.

This note deals with the dimensionless solutions for transient regime temperature distributions in a three and two-dimensional infinite solid heated by a constant velocity moving heat source.

Duarte Ramos — U. D. C. 621.311.1.001.2

The applications of the per-unit method in electrical network calculation

Técnica No. 402 — XLV — 11. 1970, pag. 67-76.

The application of the per-unit method is justified in electrical machine specifications (generators, motors, transformers), and its advantages in electrical network short-circuit calculations are examined.

BIBLIOGRAFIA

Classificadores responsáveis: Armindo Ferreira, Francisco Pedroso, José Xambe Bento, Pedro Rodrigues e Nuno Pinto da Silva.

Serão criticadas as obras cujo assunto esteja no âmbito da «Técnica» e de que nos sejam enviados dois exemplares.

As revistas recebidas na Redacção, de que se publica uma selecção de fichas de artigos ordenados pela Classificação Decimal Universal, podem ser consultadas na Biblioteca da A.E.I.S.T.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 515:513.5/6

Remarque sur la transformation pédale des coniques — *Mimail St. Botez.*

Bol. Inst. Politehnic «Gheorghe Gheorghiu-Dej», 5-8-68, vol. XXX, n.º 3-4, pág. 41-45.

O autor estuda as propriedades diametrais das transformações de cónicas e demonstra alguns teoremas sobre as relações entre vários casos, ponto e direcção de centros diamétricos correspondendo à transformação de cónicas e as cónicas consideradas.

C. D. U. 515:517

Über eine spezielle Netzprojektion — *Aurelian Tănăsescu*

Bul. Inst. Polit. «Gheorghe Gheorghiu-Dej», 5-8-68, vol. XXX, n.º 3-4, pág. 57-66.

O autor apresenta neste trabalho uma projecção especial derivada da especial projecção biaxial, definida por uma superfície circular (ψ,S,D) de segunda ordem, com plano director.

É assim possível chegar a uma transformação topológica, ψ_4 entre os pontos de dois espaços lineares S e D que podem ser considerados como delas função contínuas e monótonas crescendo e decrescendo.

C. D. U. 517

Assupra. Criteriului de Condensare al lui Cauchi — (Sur le critère de condensation du Cauchy) — *Zaharia Stoian.*

Bul. Inst. Polit. «Gheorghe Gheorghiu-Dej», 5-8-68, vol. XXX, n.º 3-4, pág. 67-68.

Demonstra-se a existência de duas séries numéricas cuja convergência, respectivamente cidivergência, implica a convergência ou a divergência de uma série dada.

C. D. U. 517.9

Contribution to the study of differential polynominais — *I. M. Miu.*

Bul. Inst. Polit. «Gheorghe Gheorghiu-Dej», 5-8-68, vol. 30, n.º 3-4.

O autor estuda polinómios diferenciais e resolve as correspondentes equações diferenciais em vários casos.

— Polinómios diferenciais quando à esquerda e à direita se admitem factores de ordem I com ordem de multiplicidade > 1.

$$P(D) = \prod_{i=1}^{P} (D^1 - \lambda d D^0)^{\alpha_i} Q(D) \prod_{i=1}^{9} (D^1 - \mu_i D^0)^{\beta_j} \alpha_1 > 1_i \beta_j > 1$$

— Polinómios diferenciais tendo factores de ordem I separado de factores de coeficiente constante.

C. D. U. 532.13:539.16:661.728.81:535.3

Assupra. Unei Îmbunătătiri a Metodei de Viscozimetrie Radioactivă — Sobre o melhoramento do método de viscosimetria radioactiva — *M. Fuia, Tr. Cretu.*

Bul. Inst. Polit. «Gheorghe Gheorghiu-Dej», 5-8-68, vol. XXX, n.º 3-4, pág. 97-102.

Com a ajuda dos métodos propostos, pode-se calcular directamente a velocidade de queda duma bola radioactiva no líquido para estudo, determinando experimentalmente duma maneira sucessiva a velocidade de continuação para certos intervalos de tempos e determinados. Utilizando uma bola de vidro, onde se coloca uma fonte radioactiva de Co^{60} determinou-se a velocidade de queda no óleo de silicone com a precisão de aprox. 50 %.

C. D. U. 541.122.(045).(748)

Ratio Diagrams. A simple graphical representation of complicated equilibrie *R. de Lexie.*

Journal of Chemical Education, 3-70, vol. 47, n.º 3, pág. 187.

Procura-se demonstrar a utilidade de várias representações gráficas, tais como diagramas de concentrações, curvas de formação e outras.

C. D. U. 541.138.(045).(748)

Electrochemical principles involved in a fuel cell — *Ashon K. Vijh.*

Journal of Chemical Education, 10-70, vol. 47, n.º 10, pág. 680.

O conversor de energia electroquímico habitualmente conhecido como «fuel cell» é um interessante modelo modificado da pilha de Leclauché. Teve grande importância na exploração espacial servindo como fonte de energia suplementar nas naves Apolo e Gemeos.

Neste artigo faz-se a discussão elementar dos princípios electroquímicos envolvidos numa pilha deste tipo.

SOCIEDADE DE CONSTRUÇÕES AMADEU GAUDENCIO

ESCRITÓRIO E OFICINAS R. ALEXANDRE BRAGA, 1-A LISBOA

ARQUITECTURA E ENGENHARIA

CONSTRUÇÕES CIVIS

•

BETÃO ARMADO E PRE-ESFORÇADO

•

CARPINTARIA MECÂNICA

•

TRABALHOS DE PINTURA E ESTUQUES

Telefones

P. P. C. A. 56 00 51

End. Telegráfico: «CONSTRUÇÃO»

DEPÓSITO DE MATERIAIS:

Estrada de Moscavide, 17 19

Telefone 31 20 00

LISBOA

Endereço no PORTO

Rua Casal do Pedro, 7 (Massarelos (Telefone: 69 12 45

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

■ ■ ■

SERRALHARIAS,

CALDEIRARIA,

FERRARIA,

FUNDIÇÕES

■ ■ ■

ESCRITÓRIO

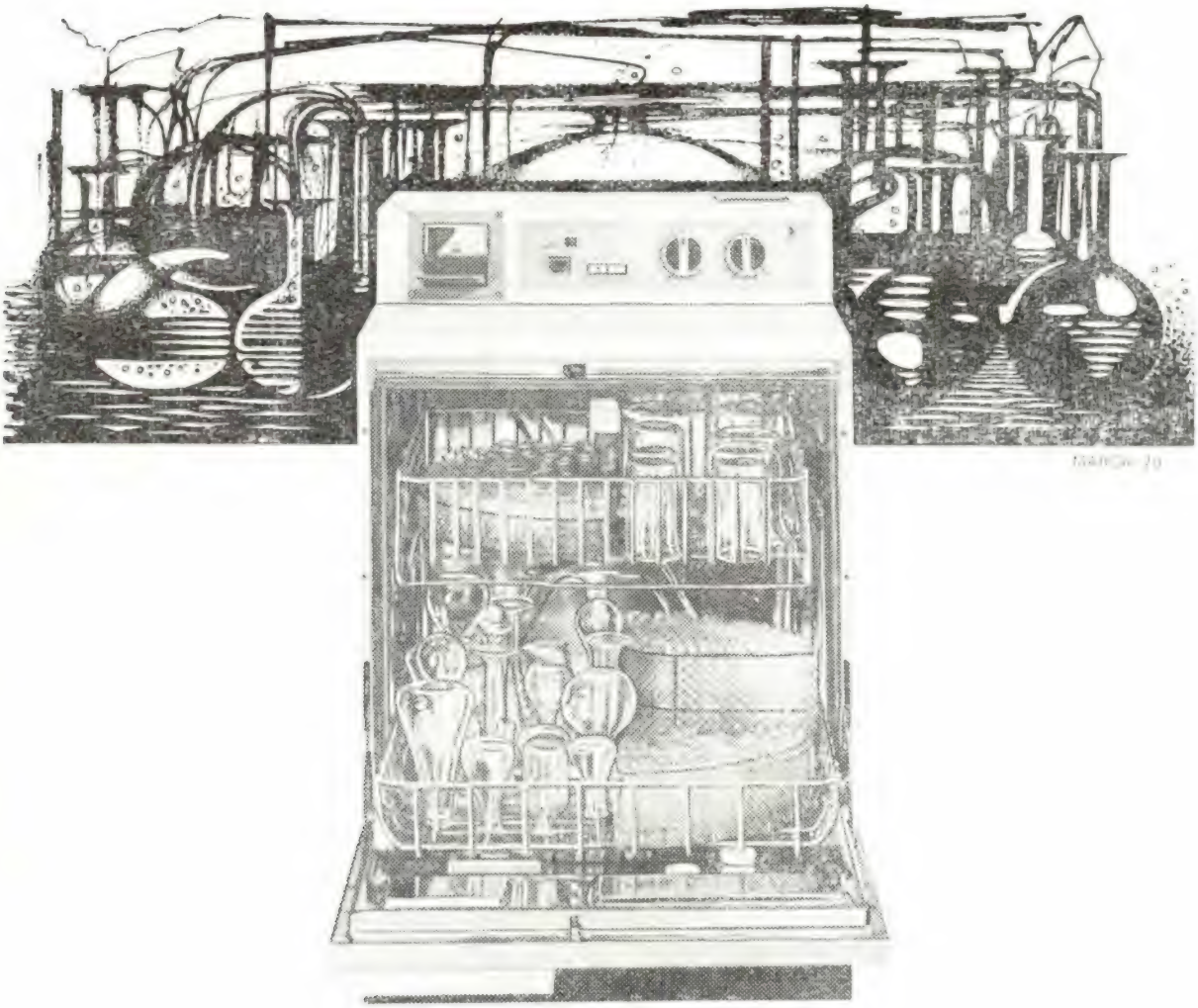
Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 86 19 72

Miele®

máquinas especialmente concebidas para laboratórios · hospitais



G 19 LABOR Máquina automática para lavagem de vidraria de laboratório. Absoluta eficácia para quaisquer utensílios.

G 19 Máquina automática para lavagem de biberões. Lava, enxagua, neutraliza e seca 87 biberões de cada vez.

G 18 TD Máquina automática para lavagem e desinfecção de louças em clínicas e hospitais.

G 18 OP Máquina automática para lavagem de instrumentos cirúrgicos.

Distribuidor Exclusivo

CON CES SUS

CONCESSUS, S.A.R.L. Rua D. Francisco Manuel de Melo, 9, 9-A
Tel. 65 24 06/7 — LISBOA 1

C. D U. 541.122.(045).(748)

Some aspects of the Graphical Calculation of phase diagrams — *H. A. J. Oonk.*

Journal of Chemical Education, 3-70, vol. 47, n.º 3 pág. 227

Focam-se alguns aspectos do cálculo grafico de diagramas binários. Trata exclusivamente de equilíbrios binários isobáricos. Os estados participantes são o sólido e o líquido.

C. D. U. 541.2 : 530.145

Electron correlation in atomes and molecules — *K. E. Banyard.*

Journal of Chemical Education, 10-70, vol. 47, n.º 10, pág. 668.

Estuda-se com o auxílio da mecânica ondulatória, a coordenação dos movimentos dos electrões através do espaço a fim de manter o mais baixa possível a energia potencial resultante das repulsões mútuas entre os electrões. Utiliza-se como base o modelo da partícula-independente.

C. D. U. 541.63 (045).(748)

Infrared determination of stereochemistry in metal complexes.

An application of group theory. — *Marcetta Y. Darensbours e Donald I. Darensbours.*

Journal of Chemical Education, 1-70, vol. 47, n.º 1 pág. 33.

Cada vez desperta mais interesse a sintese de complexos metal carbonil substituídos, bem assim como as ligações nestes complexos. Este artigo destina-se a introduzir as aplicações e limitações da teoria de grupo em coordenação com a espectroscopia de infravermelho, no estudo da estereoquímica dos complexos carbonil metal de transição.

C. D. U. 542.938 . (049) . (748)

Hidrolysis of sodium carbonate — *F. S. Nakayama.*

Journal of Chemical Education, 1-70, vol. 47 n.º 1, pág. 67.

Exemplificam-se os princípios e conceitos da hidrólise de um sal, a partir da estimação do pH de uma solução de carbonato de sódio.

C. D. U. 547.51.(045).(748)

Ring Strain and reactivity of alicycles — *Lloyd N. Ferguson.*

Journal of Chemical Education, 1-70, vol. 47, n.º 1, pág. 46.

Estuda-se por meio de ilustrativos exemplos e tabelas comparativas os efeitos das deformações dos anéis na reactividade dos compostos cíclicos.

C. D. U. 549.1

Notas sobre o estudo de secções polidas — *Ronald Fleischer.*

Revista da Escola de Minas, 3-69, vol. XXVII n.º 1, pág. 9 a 13.

I — Escopo
II — Introdução
III — Equipamento utilizado
IV — Precauções
V — Sistemática de operação
VI — Propriedades determinativas
VII — Testes por ataque químico
VIII e IX — Determinação da dureza e do poder reflector
X — Análise dos minerais opacos sob luz infra-verm.

C. D. U. 621.22 : 532.13 : 533

La vitesse au bord de fuite et la determination du point d'arrêt des profils isolés ou en réseau lineaire de prefils. — *D. Pavel, Gh. Zidaru*

Bul. Inst. Polit. «Gheorghe Gheorghiu-Dez., 5-8-68, vol. XXX, n.º 3-4, pág. 113-120.

Os perfis isolados estudados na presente obra são obtidos pela transformação de Ioukovsky, enquanto que os perfis de uma rede linear resultam de uma transformação de Weiniz.

No movimento irrotacional do plano inicial, há dois pontos de paragem sobre o círculo, aos quais podem corresponder — segundo a hipótese ao Ioukovsky — velocidade finita e não nula.

C. D. U. 621.311.2 (46)
621.313.322.82 : 621.224.14

Les machines electriques de la Centrale de Santiago sur le Rio Sil, Espagne — *Walter Oreher.*

Revue Brown Boveri, 4-70, vol. 57, n.º 4, pág. 182-190.

Depois de ter dado um resumo do equipamento eléctrico da Central de Santiago utilizando a energia hidráulica do Rio Sil e dum dos seus afluentes na parte ocidental de Espanha o autor expõe as características dos alternadores de dois grupos *Bolbo* de 9000 KVA instalados nesta central.

C. D. U. 621.313.045.001.4

Controle de la rigidité diélectrique entre spires du bobinage des machines tournantes à haute tension — *Dieter Krankel e Roland Schuler.*

Revue Browm Boveri, 4-70, vol. 57, n.º 4, pág 191-196.

Os autores apresentam um método de controle da rigidez dieléctrica entre as espiras de bobines de máquinas rotativas de alta tensão. A experiência adquirida no decurso dos anos fez ressaltar o interesse do controle sistemático de cada bobine na fabricação cujo emprego generalizado se recomenda pela maior segurança de funcionamento que assegura.

ENGIL
uma empresa que se afirma na qualidade do que realiza

CONSTRUÇAO CIVIL E INDUSTRIAL PONTES SILOS

Representante para o Continente e Ultramar
do sistema de cofragem deslizante «Siemcrete IN» (Patente Siemens)

ESTAÇÃO DA CAMPANHÃ
Posto de Sinalização do tráfego ferroviário

sociedade de construção civil sarl

AVENIDA ELIAS GARCIA, 162, 6.º • LISBOA 1

C. D. U. 621.313.322-82 : 621.224.14

Les premiers groupes générateurs du type bolbe sans multiplicateur de vitesse installés en Suisse — *Alain G. Lalive d'Epinay.*

Revue Brown Boveri, 4-70, vol. 57 n.º 4, pág. 177-181.

Depois de uma enumeração das características nominais destes alternadores, o artigo dá algumas indicações sobre a sua construção, a sua refrigeração e a sua montagem.

C. D. U. 621.313.333 : 621.335
621.333

Quelques aspects du dimensionnement des moteurs asynchrones alimentés par convertisseurs statiques de frequence pour la traction électrique — *Hans Largiadèr.*

Revue Brown Boveri, 4-70, vol. 57, n.º 4, pág. 152-167.

Importantes progressos se registaram, durante os últimos anos nos domínios da tecnologia e dos circuitos de protecção dos elementos a semi-condutores comandados, de forma que, a possibilidade de realizar motrizes com motores alimentados por conversores estáticos de frenquência encontra-se agora ao alcance da mão. As vantagens que apresenta o motor assíncrono em relação ao motor de colector são uma maior simplicidade de construção e uma manutenção reduzida. O autor faz comparações entre um motor a colector existente e um motor assíncrono hipotético, susceptível de o substituir.

C. D. U. 621.314·5

Convertitori statici trifasi a frequenza varialbe per l'alimentazione di motori sicroni e asincroni principi generali e criteri di dimensionamento — *R. Romano.*

Marelli, 1.º Trim. 1970, vol. XLIV, n.º 1, pág. 5-11.

Fazem-se algumas considerações sobre o dimensionamento dos motores e conversores estáticos accionados a velocidade variável por corrente alterna. Em particular examina-se quer o comportamente dos motores síncronos e assíncronos alimentados a frequência variável, quer os critérios que determinam a escolha das características das máquinas em função das exigéncias da instalação. Enfim, depois de ter efectuado um breve confronto entre os vários tipos de inversores estáticos aptos a alimentar motores, examinam-se características, formas de onda e critérios de dimensionamento.

C. D. U. 621.314.632 : 621.316.13

The connection of converters direct to a. c. networks — *Dybvig, A.*

ASEA Journal 43 (1970) : 2, pág. 36-38.

É feita uma discussão geral sobre a ligação directa de conversores estáticos para controle de motores pequenos ou médios, à rede A. C. sob os pontos de vista de instalação e operação.

C. D. U. 621.315.2.001 4: 681.3

Un nouvel équipement automatique de mesure et de contrôle avec calculateur 101 pour câbles téléphoniques — *Busch, R.*

Rev. Siemens 28 (1970) n.º 4, pág. 154 a 157.

Um novo equipamento automático de medida e controle de cabos com o calculador foi preparado para medida de cabos telefónicos, cálculos e estabelecimento de relatórios. É utilizável, não só quando da recepção definitiva na plataforma de ensaio do fabricante como também no cabo instalado. O equipamento automático, cujo programa de medida, cálculos e estabelecimento de relatório, pode ser livremente escolhido, fornece para cada cabo medido, um relatório de medida e controle completo que, além dos valores individuais, e cálculo, contém todos os dados importantes, como tempo de medida, temperatura, programa de medida e valores específicos relacionados com o tempo de medida

C. D. U. 621.391 : 621.396/397 : 621.385

A cybernetical approach to learning systems — *Edmond Nicolau*

Bul. Inst. Pol. «Gheorghe Gheorghiu-Dej», 5-8-968, vol. 30, n.º 3-4, pág. 207-213.

O fim deste trabalho é apresentar algumas ideias fundamentais sobre os sistemas educáveis.

C. D. U. 621.396 : 517.3 : 621.391/394/395

Méthodes mathématiques pour les processus aleatoires et leur application dans le cas des processus aleatoires stationnaires — *Dimitry Stanomir.*

Bul. Inst. Pol. «Gheorghe Gheorghiu-Dej», 5-8-968, vol. 30, n.º 3-4, pág 215-224.

No trabalho apresentam-se os métodos matemáticos para os processos aleatórios e sua aplicação no caso dos processos estacionários. Na primeira parte dá-se uma fórmula para a determinação de certa integração contendo deltas e alguns teoremas respeitantes à transformação de variáveis aleatórias.

Na segunda parte demonstram se alguns teoremas respeitantes à estacionidade dos processos frequentemente utilizados.

C. D. U. 621.396 714.029.55

Changement automatique de la fréquence des émetteurs de radiodiffusion à ondes courtes — *Leopold Leng*

Revue Brown Boveri, 4-970, vol. 57, n.º 4, pág. 168-176.

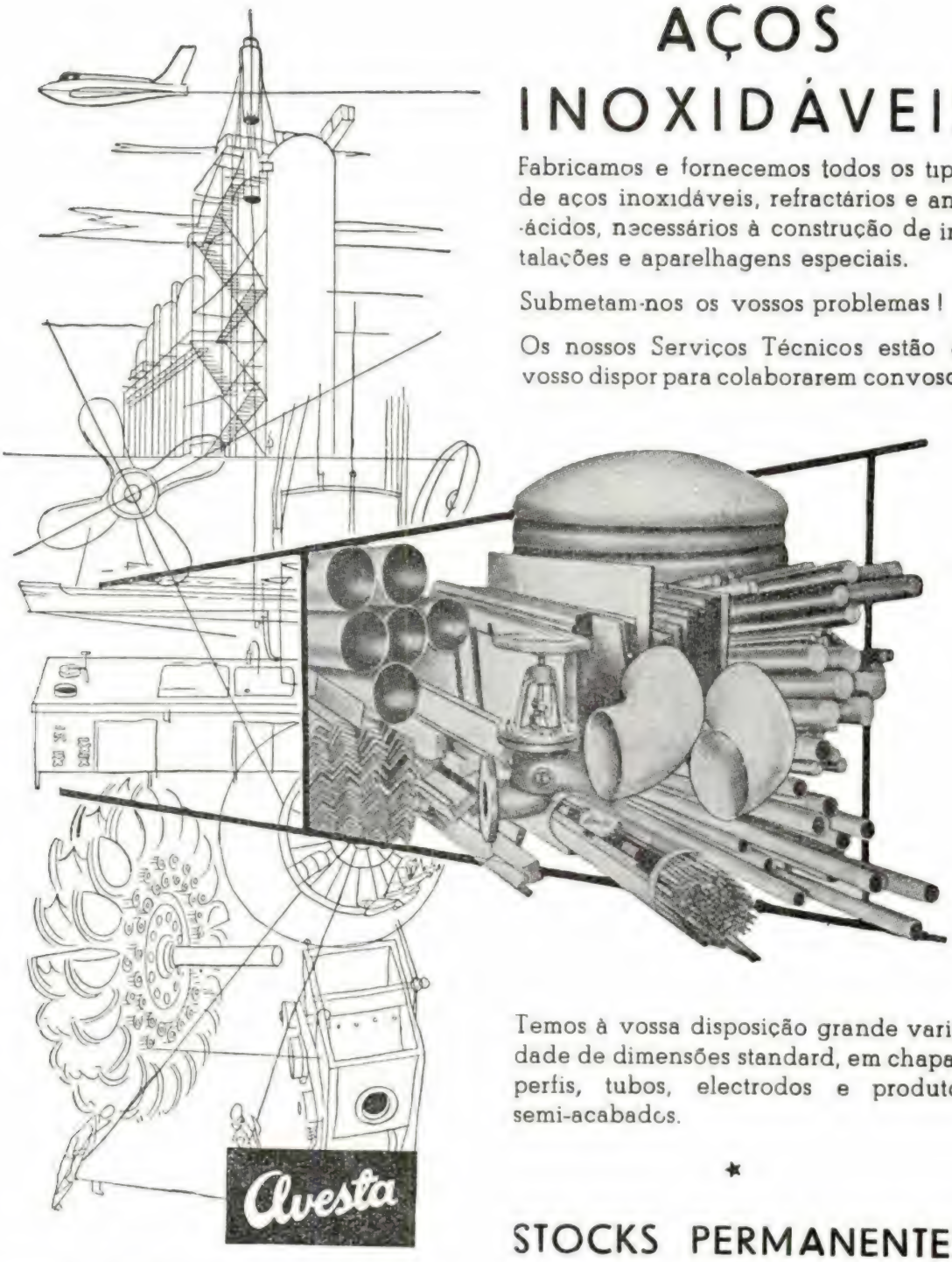
O presente artigo indica os casos em que a automatização da mudança de frequência dos emissores de onda curta parece interessante e descreve as operações comandadas pelo dispositivo de mudança automática. A regulação fina é tratada em detalhe, assim como os discriminadores necessários, que convertem as grandezas HF principais em tensões alimentando os equipamentos de movimentação da regulação. Para terminar, o artigo descreve os dispositivos electrónicos principais e o telecomando dos emissores.

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 537015-537016-537017-537018

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

C. D. U. 621.791

Considerations sur la conception en construction soudée — *H. Gerbeaux.*

Boletim do Instituto de Soldadura, vol. 1, n.º 16, pág. 1-19.

Fazem-se algumas considerações sobre a aplicação de soldadura em construção mecânica por se revelar, nalguns tipos de construção, o único processo capaz de transmitir a integrabilidade dos esforços mecânicos de que os elementos construtivos são capazes garantindo boa estanquicidade, apesar das limitações quanto ao rigor dimensional e possíveis corrosões químicas.

C. D. U. 621.914

Tallado de engranajes con herramientas de corte con plaquitas de carburo.

Dyna, 3-70, n.º 3, pág. 86.

Expõem-se algumas das vantagens de utilização de ferramentas com pastilhas de carboneto na maquinagem utilizando o corte por arranque nomeadamente em freses para talhe de dentes de engrenagens.

Faz-se também referência à investigação realizada e a problemas que surgiram bem como a modificações introduzidas nas máquinas ferramentas.

C. D. U. 625.7/8

Les enrobés pour couches de surface — *R. Sauterey.*

Annales, Inst. Techn. Batim. 7-8-70, n.º 271-272.

O autor procede a uma análise muito completa do papel e da importância do pavimento das estradas, que devem:

— oferecer aos veículos boas condições de segurança e comodidade
— resistir às solicitações devidas ao tráfico
— resistir às solicitações devidas aos agentes exteriores.

Estuda-se o comportamento dos betões asfálticos quando sujeitos àquelas solicitações.

C. D. U. 625.85

Tendencias modernas en el dimensionamento de firmes flexibles — *K. Kucera.*

Revista de Obras Públicas, 2-70, n.º 3058, p. 121-142.

Neste artigo faz-se um estudo sobre o dimensionamento de pavimentos flexíveis sob o aspecto teórico e experimental, estabelecendo correlações entre os diversos métodos. Apresentam-se diagramas para o cálculo de pavimentos flexíveis pelo método checoslovaco e outros métodos. O método AASHO é o mais rápido e o seu diagrama de cálculo é válido para um período de serviço de vinte anos.

C. D. U. 662.66 : 66.065.8 : 543/545

Caracteristicile structurale ale unor concentrate petrografice separate din cărbunii românesti — características estruturais de alguns concentrados petrográficos separados dos carvões romanos — *I. Blum, Fr. Barca.*

Bul. Inst. Polit. «Gheorghe Gheorghiu-Dej», 5-8-968, vol. 30, n.º 3-4, pág. 69-79.

A obra apresenta um estudo das propriedades físico-químicas dos carvões e dos seus componentes petrográficos em diferentes etapas de carbonização. Seguem-se as modificações características de cada etapa com auxílio nos índices estruturais característicos e do espectro de adsorção em infra-vermelho dos ensaios realizados.

A obra põe em evidência as diferenças essenciais entre os componentes petrográficos dos carvões nas diferentes etapas de carbonificação.

C. D. U. 629.139 (44)

Aéroport de Paris — État actuel des études et des travaux à Orly et à Roissy en France — *Giraudet, P.; Bachelez, J.*

Annls. Inst. tech. Batim. (Paris) 23 (265): pág. 1-32, Jan. 1970.

Indica-se as grandes linhas do programa de investimento; sublinha se o ritmo impressionante do aumento do número de passageiros transportados que duplica de cinco em cinco anos.

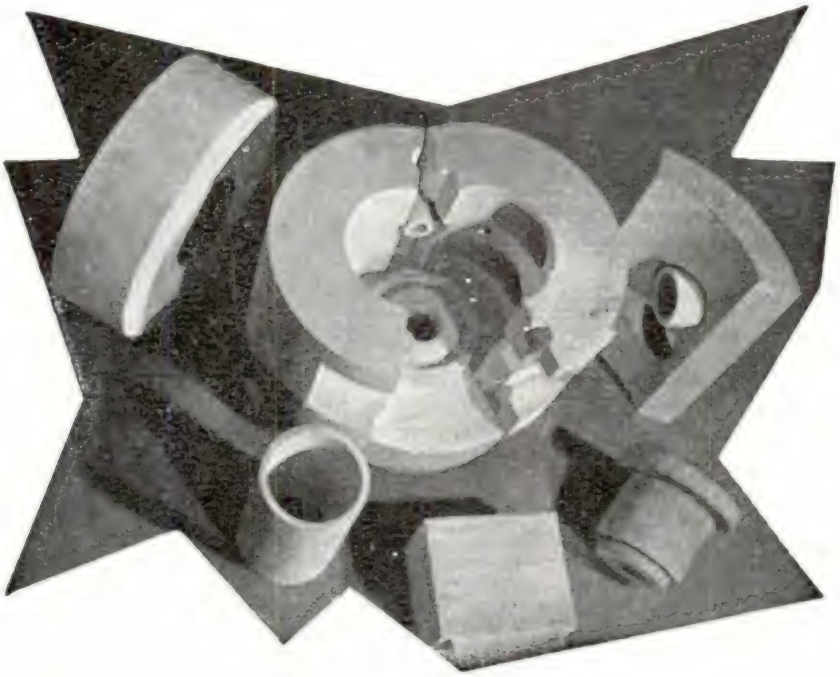
A aerogare de Orly, com seis milhões de passageiros por ano, atingiu a sua capacidade máxima; a sua ampliação está agora em curso para a tornar compatível com as possibilidades de recepção das pistas, ou seja, para dezasseis milhões de passageiros. A escolha recaiu no local chamado anteriormente Paris-Nord, e hoje Roissy-en-France. Apresenta-se o plano de conjunto de Roissy-en-France: cinco angares, de forma circular, enquadram as vias de acesso rodoviárias. As pistas de voo estão dispostas de um lado e doutro. O embarque faz-se a partir de ilhéus satélites poligonais agrupados em redor de cada aerogare.

Expõe-se a concepção arquitectural de uma aerogare que comporta locais técnicos no subsolo.

Finalmente, refere-se os trabalhos já empreendidos; é preciso prever obras de drenagem de considerável importância realizadas por meio de galerias de um a três metros de diâmetro interior. Várias estruturas de atravessamento estão em curso de construção, uma das quais de largura excepcional (300 m) para assegurar a passagem de uma pista. A execução das rampas de acesso permitiu aplicar uma técnica de estabilização por meio de cal e compactar em condições de humidade, solos pouco vulgares. As fundações por poços têm de aguentar cargas excepcionais, suportando certas colunas até 10 000 toneladas.

a técnica moderna emprega

BETÕES REFRACTÁRIOS



à base dos cimentos

FONDU LAFARGE

e

SECAR 250

porque são

práticos
eficientes
económicos

REFRACTÁRIOS ATE 1800° C

REFRACTÁRIOS ISOLANTES ATÉ 1700° C

Os nossos serviços técnicos, especializados, estão à vossa inteira disposição para estudar, sem qualquer encargo da vossa parte, a adaptação dos BETÕES REFRACTÁRIOS a todos os vossos problemas

AGUIAR & MELLO, L.DA

P. do Município, 13-1.º — LISBOA — Tel. 32 11 51/2

C. D. U. 664.1.03

Perfectionnement dans la technique des moulias a cannes — *M. Beauvisage.*

French engineering industries, 5-6-70, n.º 31, pág. 28.

Neste artigo não se faz a história dos moinhos de cana, mas procura-se trazer ao conhecimento de todos os melhoramentos que se fizeram nestes, bem assim como de modo reduzido a maneira como se faz a alimentação destes.

C. D. U. 666.763 : 621.745.34 = 6

Estudio de un pisé para cubilote — *J. L. Enriquez y D. Núñez.*

Revista de Metalurgia, 5-6-970, vol. 6, n.º 3, pág. 258.

Faz-se um resumo do estudo e ensaios realizados para a construção de um cubilote experimental, aparelho de pesquisa e banco de ensaios de matérias-primas e técnicas de trabalho.

Expõe-se o resultado dos ensaios de um refractário silicioso para o cubilote e bolsas de escoamento.

C. D. U. 669.14.018.853.4 = 6

Aceros para válvulas de motores de explosión — *A. M. Aksoy, H. Alonso Uria e S. M. Palacios.*

Rev. Metalurgia-Cenim, 13-4-70, vol. 6, n.º 2, pág. 175.

A solicitação térmica e mecânica das válvulas de escape em motores de explosão fazem com que se exijam propriedades especiais aos materiais de que são construídas.

Estudam-se neste trabalho os diferentes tipos de aços para válvulas expondo as suas propriedades e características de utilizações.

Apresentam-se quadros normalizados para alguns tipos.

C. D. U. 669.2

Classificação americana das sucatas de metais não ferrosos.

Instituto Nacional de Investigação Industrial, 10-969, n.º 1, pág. 1.

Descrevem-se as características de cada categoria de sucatas segundo a classificação americana de sucatas de materiais não ferrosos.

C. D. U. 678.5/7/8

The dependence of Huggins constant with the molecular weight — *O. F. Solomon, I. Z. Ciuta.*

Bol. Inst. Polit. «Gheorghe Gheorghiu-Dej», 5-8-968, vol. 36, n.º 3-4, pág. 87-95.

No presente trabalho apresentam-se as correlações possíveis entre K_H e $[\eta]$ para os diferentes sistemas polímero-solvente. Segundo os resultados fornecidos pela análise dos dados apresentados, não se pode considerar que $K_H = f[\eta]$ possa ser considerado como uma função utilizável o significado físico de K_H.

C. D. U. 681.3 : 669.1

Calculateur d'ordonnancement et d'exploitation dans l'industrie sidérurgique — *Bürger, J.*

Rev. Siemens, 28 (1970) n.º 4, pags. 162 á 167.

Para o emprego de um calculador de ordenamento e exploração, vários locais são agrupados e comandados simultâneamente em função de considerações de conjunto. O calculador chefe é normalmente ligado a todos os ordenadores em tempo real da fábrica com vista a uma troca de informações. As suas funções são, nomeadamente previsão, ordenamento, estabelecimento de relatórios de exploração, cálculo da circulação de materiais (circulação de cargas e lingotes, circulação dos moldes, circulação dos carros de lingotes, vigilância das matérias-primas).

C. D. U. 728.1

Confort thermo-hygrométrique — *Vogt e Miller-Chagas.*

Annales, 7-8 970, n.º 271-272.

Os autores apresentam o traçado de uma zona de conforto num diagrama psicrométrico. A utilização das noções de temperatura operativa e de temperatura equivalente eficaz permite aos autores apresentar proposições concretas a respeito das características térmicas das paredes opacas externas de um edifício. Conhecidas as características térmicas do meio circundante exterior e as temperaturas confortáveis a realizar no interior do edifício, os autores projectam a determinação das características térmicas das paredes externas que podem dar à habitação, temperaturas de acordo com os valores da zona de conforto.

ESCAVADORAS HIDRÁULICAS
S/RODAS — S/LAGARTAS

yumbo

— ENTREGAS IMEDIATAS

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO

GUEDES & ALMEIDA, LDA.

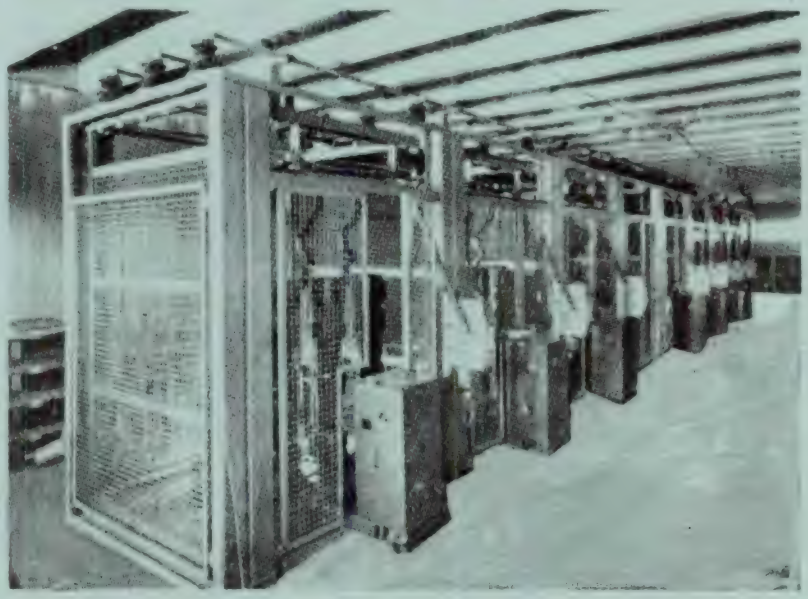
RUA ÁUREA, 181 - 2.° — TELEFONES 325011 - 327845 — LISBOA

ISOLUX L.DA

ESTUDOS E INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Porto
R. Dr. Alfredo Magalhães, 110 - 2º. Dtº.
Tel. 20723

Lisboa
L. Campo Pequeno, 21 - 4º Esq
Tel. 770030/8/9



CELAS ABERTAS DE ALTA TENSÃO

Projectos e instalações eléctricas de:

Centrais

Subestações

Postos de Transformação

Fábricas

Edifícios públicos

Blocos residenciais

SUPER-VULCANO

(Cimento Portland de Ferro)

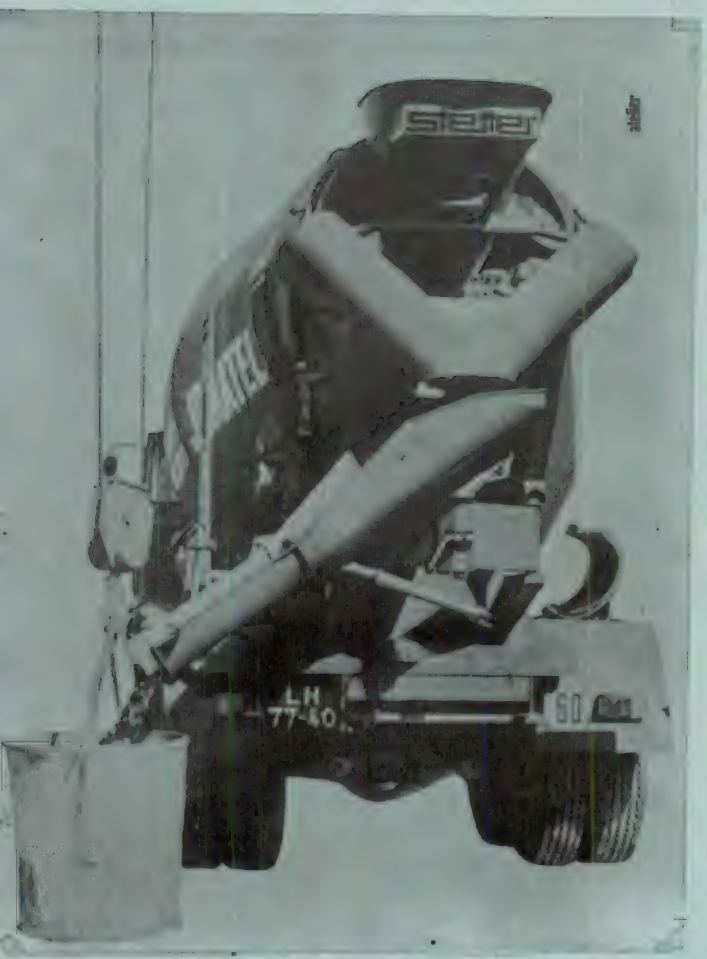
Aprovado pelo Decreto n.º 49 371, de 11-11-1969

um cimento de
alta qualidade
distribuído pela

Empreza de Cimentos de Leiria, S.A.R.L.

PORTUGAL

SÍMBOLO DE QUALIDADE



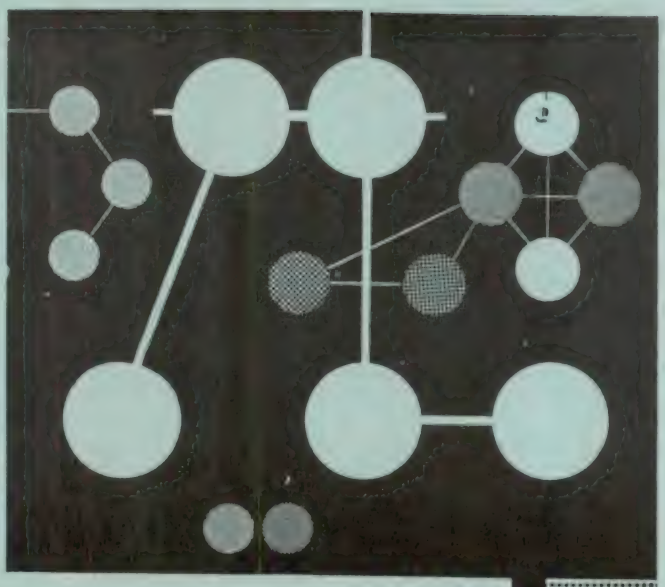
A utilização de betão pronto impôs-se
ao dono da obra,
ao técnico responsável
e ao empreiteiro
porque garante qualidade,
rapidez e economia
em relação
a um betão fabricado em estaleiro.

Consulte-nos.

Os nossos serviços técnicos
e comerciais
terão o maior prazer em prestar
todo o apoio
e colaboração
que nos forem solicitados.

UMA NOVA MARCA
DE BETÃO PRONTO

JOMATEL



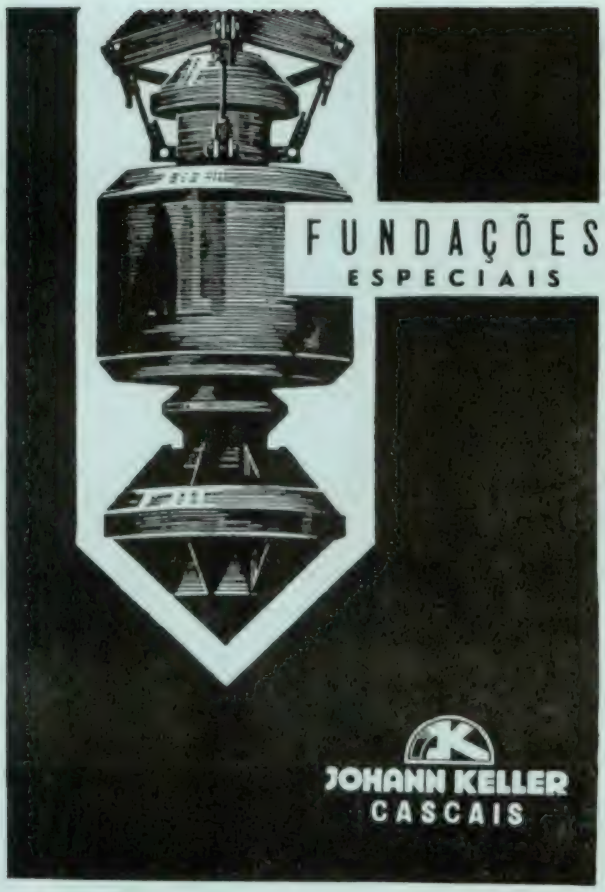
Ar, oxigénio, azoto
hidrogénio, comprimidos
e liquefeitos.
Argon, gases raros extraídos
do ar.
Gases especiais e mistura
de gases.
Soldadura oxi-acetilénica,
oxi-corte.
Soldadura por arco eléctrico.
Equipamentos para a soldadura
em atmosfera de gás inerte
e CO_2, semi-automática e automática.
Metais e equipamentos para
Metalização.

ARLIQUIDO

FÁBRICAS:
LISBOA
PORTO
MAIA
ÁGUEDA
SETÚBAL
PONTA DELGADA

Quase meio século de experiência

DEPÓSITOS EM:
AVEIRO
BEJA
BRAGA
COIMBRA
ÉVORA
FUNCHAL
TORRES NOVAS
VISEU



• SOLDADURA ELÉCTRICA

• MATERIAL DE PROTECÇÃO

Aparelhagem de medidas eléctricas

- indicadora
- reguladora
- registadora

J. ROMA, L.DA

P. da Figueira, 12, 1.º LISBOA Tel. 865151

P. do Município, 309-6.º S 3 PORTO Tel. 0236732

TABELAS PARA O CÁLCULO DE BETÃO ARMADO

por

Brazão Farinha e Mexia Heitor

Preço 250$00
Desconto de 10% aos assinantes

PEDIDOS À

técnica

TABELAS TECNICAS PARA ENGENHARIA CIVIL

6ª edição revista e actualizada

por J.S. Brazão Farinha

Preço 200$00

MANUAL DE HIDRAULICA

por Armando C. Lencastre

2ª edição revista e actualizada

Preço 240$00

PEDIDOS A "TECNICA"

Desconto de 10% aos nossos assinantes

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **ENGIL**
Av. Elias Garcia, 162-6.° Tel. 76 51 10/17

— **Construções Técnicas, Lda.**
P. do Município, 13-3.° — Tel. 36 65 06

— **Fundações Franki, Ltd.**
R. Braamcamp, 13-3.° — Lisboa — Tel. 53 41 12.

— **Soc. Const. Amadeu Gaudencio, Ld.ª**
R. Dr. Alexandre Braga, 4-A — Lisboa
Telef. 4 31 91 — 92 — 93.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, 100-5.° D
Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

ESCAVADORAS E TRACTORES

— **Guedes & Almeida**
Rua Aurea, 181-2.° — Tel. 32 78 45 — Lisboa 2

FUNDAÇÕES

— **ENGIL**
Av. Elias Garcia, 162-6.° Tel. 76 51 10/17

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.° — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Av. da República, 42-8.°
Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
Travessa do Guarda-Mor, 13-r/c
Tel. 32 46 93 e 21 32 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.° — Lisboa — Tel. 53 41 12.

— **Johann Keller**
Av. Costa Pinto, 8-1.° Esq. - Cascais - Tel. 28 44 21

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio**
Rua de S. Bento, 644-3.° — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146, 2.° — Lisboa.
Tel. 3 40 10 - 32 02 08

IMPERMEABILIZAÇÃO

— **ISOLA**
Avenida António Augusto de Aguiar, 17-2.°
Tef. 53 71 91 - Lisboa

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.° — Lisboa — Tel. 73 01 56.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 91 12.

ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO

ISOLA
Avenida António Augusto de Aguiar 17-2.°
Tel- 53 71 91 — Lisboa.

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.° — Lisboa — Tel. 73 01 56

SONDAGENS

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.° — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Avenida da República, 42-8.°
Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
Travessa do Guarda-Mor, 13-r/c
Tel 32 46 93 e 21 32 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques—Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12

— **Johann Keller**
Av. Costa Pinto, 8-1.º Esq. - Cascais - Tel. 28 44 21

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
Rua de S. Bento, 664-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8.

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146-2.º — Lisboa.
Tel. 3 40 10 — 32 02 08

CONSTRUÇÕES METALO-MECANICAS

CONSTRUTORES METALO-MECÂNICOS

— **Atlas-Copco**
— Lisboa — Porto — Vila Viçosa

— **COMETNA** — R. Academia de Ciências, 5 — — Lisboa — Tel. 32 00 01

— **Construções Metalo-mecânicas MAGUE Ld.ª** — Alverca

— **Mendes de Almeida, Lda.**
Av. 24 de Julho, 52-A-G — Telef. 66 67 10 — Lisboa

— **Sociedade Industrial Metalúrgica**
R. de S. Tiago, 1

EQUIPAMENTO ELECTRICO

— **Construções Eléctricas Schréder, Ltd.**
Pr. José Fontana, 25-3.º E. — Tel. 56 10 01/2/3 — Lx.

— **Electrotécnicos Reunidos**
Avenida João XXI, 64 — Lisboa.

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65
Lisboa.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Plessey Automática Eléctrica Portuguesa**
Avenida Infante D. Henrique, 333 — Lisboa.

— **Philips**
Rua Joaquim António de Aguiar, 66 — Lisboa
Telef. 68 31 21

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 53 69 21/0 — Lisboa

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto

— **SEPSA-Sociedade Construções Electro-Mecânicas**
Leça do Balio

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto
Tel. 2 76 76/9
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa — Tel. 53 11 81/7

DISTRIBUIÇAO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto
Tel. 2 76 76/9
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa — Tel. 53 11 81/7

BATERIAS

— **Tudor**
Av. Fontes Pereira de Melo, 12 — Lisboa
Tel. 5 19 47

ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho, 220 — Lisboa — Tel. 68 36 46
R. do Bolhão, 216 — Porto - Tel. 2 12 77.

INSTALAÇÕES

— **Construções Eléctricas Schréder, Ld.**
Pr. José Fontana, 25-3.º E. — Tel. 56 10 01/2/3 — Lx.

— **Isolux, Lda.**
Largo do Campo Pequeno, 21, 4.º Esq.
Telef. 77 00 30/8/9 — Lisboa
Rua Dr. Alfredo Magalhães, 110, 2.º D.
Telef. 2 07 23 — Porto

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65
— Lisboa.

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 65 41 65 — Lisboa.

— **SEPSA - Sociedade Construções Electro-Mecânicas**
Leça do Balio

— **Standard Electrica**
Av. da Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

SOLDADURAS

— **Electro Arco**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa
R. do Bolhão, 216 — Porto

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

TELECOMUNICAÇÕES

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.° E — Porto — Tel. 2 48 18

— **Standard Electrica**
Av. Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

— **Philips**
Rua Joaquim António de Aguiar, 66 — Lisboa
Tel. 68 31 21

— **Plessey Automática Eléctrica Portuguesa**
Avenida Infante D. Henrique, 333 — Lisboa.

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

— **Atlas-Copco**
Lisboa — Porto — Vila Viçosa

— **Bayer Portugal S. A. R. L.**
Apartado 2365 — Lisboa.
Apartudo 40 — Porto.

— **COMETNA**
R. Academia de Ciências, 5 — Tel. 32 00 11

— **Companhia Portuguesa Ar Liquido**
Quinta do Almargem — Junqueira — Lisboa

— **MIELE — Concessus, S. A. R. L.**
R. D. Francisco Manuel de Melo, 9, 9-A
Tel. 652406/7 — Lisboa

— **Construções Metalo-Mecânicas Mague, Lda.**
Alverca do Ribatejo

— **Guedes & Almeida, Lda,**
R. Aurea, 181-2.° — Tel. 32 78 45 — Lisboa

— **Mendes de Almeida, Lda.**
Av. 24 de Julho, 52-A-G — Tel. 66 67 10 — Lisboa

CORRENTES

— **Auto-Lusitana**
Av. da Liberdade, 73-79 — Lisboa

— **Harker Sumner**
L. do Corpo Santo, 18
Tel. 32 48 23 — Lisboa.

— **S. K. F.**
Rua da Alegria, 65-A — Lisboa
Tel. 36 23 01

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

— **Bayer Portugal, S. A. R. L.**
Apartado, 2365 — Lisboa.
Apartado 40 — Porto.

— **Mobil Oil**
Rua Horta Seca, 15 — Lisboa
Tel. 3 01 81

— **Hoechst Portuguesa**
Avenida Sidonio Pais, 379 — Tel. 6 70 51 — Porto
Av. Duque de Avila, 169-1.° — Tel. 4 51 44 — Lx.

FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar

TEXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

TINTAS

— **Mendes de Almeida, Lda.**
Av. de 24 de Julho, 52-A-G
Telef. 66 67 16 — Lisboa

LIVROS TÉCNICOS

— **TÉCNICA**
Avenida Rovisco Pais — Lisboa
Tel. 77 54 49

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.° — Lisboa — Tel. 53 70 15/ /6/7/8.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 5 46 69

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.º — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

BETÃO

— **Empresa Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa. — Tel. 5 91 61/66.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.º — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

— **JOMATEL — Betão Pronto**

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

CIMENTOS

— **AGUIAR E MELO, LDA.**
Praça do Município, 13-1.º — Tel. 82 11 51/2 Lx.

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64.
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **CIMIANTO**
Av. Fontes Pereira de Melo, 14 — Tel. 53 11 61

— **Empresa de Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

— **Secil**
R. do Comércio, 156 Lisboa 2 — Tel 32 82 01/2/3

MATERIAIS PRÉ ESFORÇADOS

— **CIMIANTO**
Av. Fontes Pereira de Melo, 14 — Tel. 53 11 61

— **Soc. de Pré-fabricação e Obras Gerais Novobra, Ld.ª**
Av. E. U. da América, 100-5.º-E.
Tel. 77 48 32/ 76 64 46 — Lisboa.

ARTIGOS DE ESCRITÓRIO E ESCOLAR

MATERIAL DE DESENHO E TOPOGRÁFICO

— **Rotring**
Representante: Artur Westheimer, Lda.
Rua Maria aos Anjos, 48-r/c. — Lisboa 1

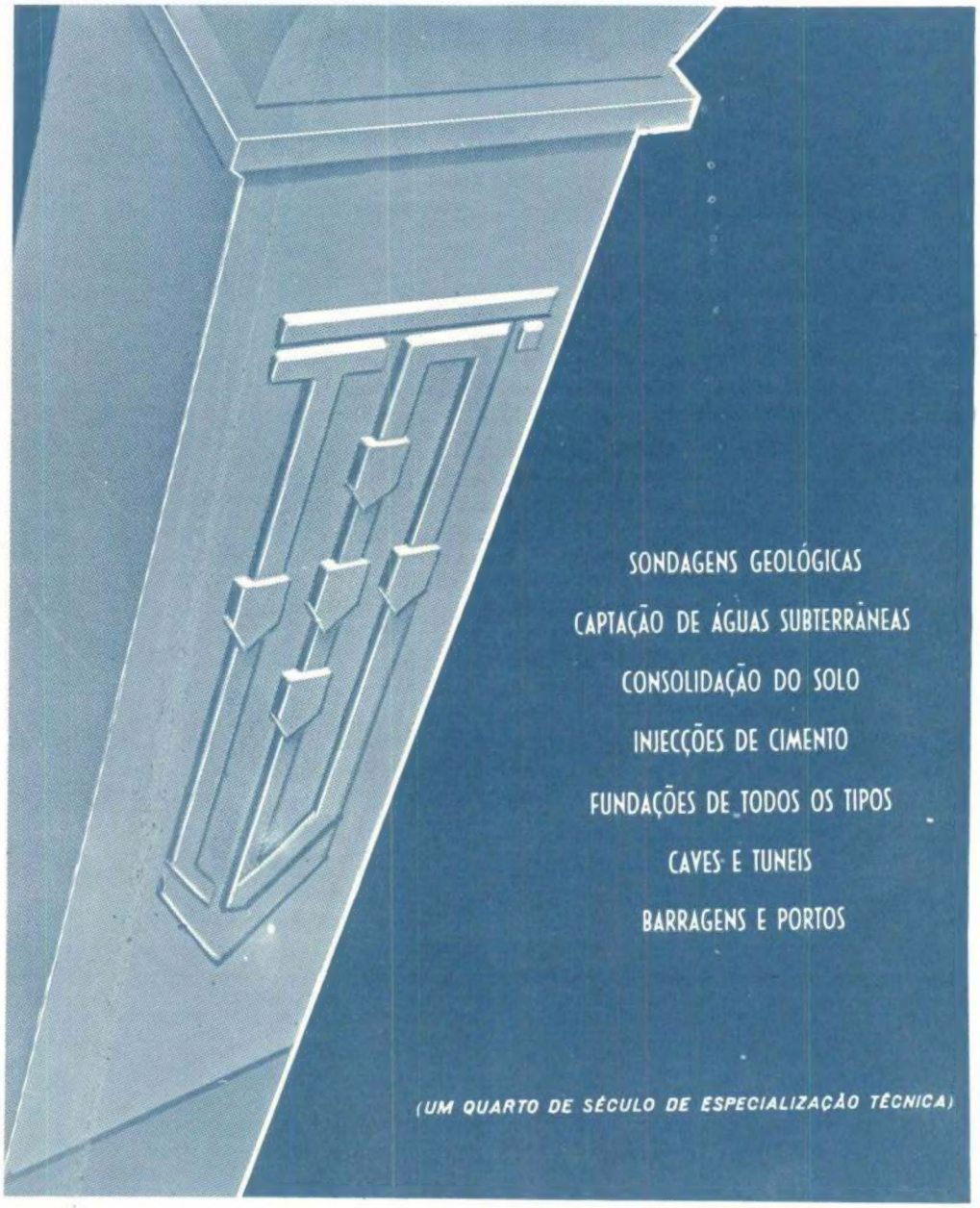
— **Wild Portugal**
Praça das Águas Livres, 8-s/l.
Tel. 98 91 12 — Lisboa.

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

AV. DA REPÚBLICA, 42, 8.º
TELEFS. 77 70 86/7 e 77 12 65

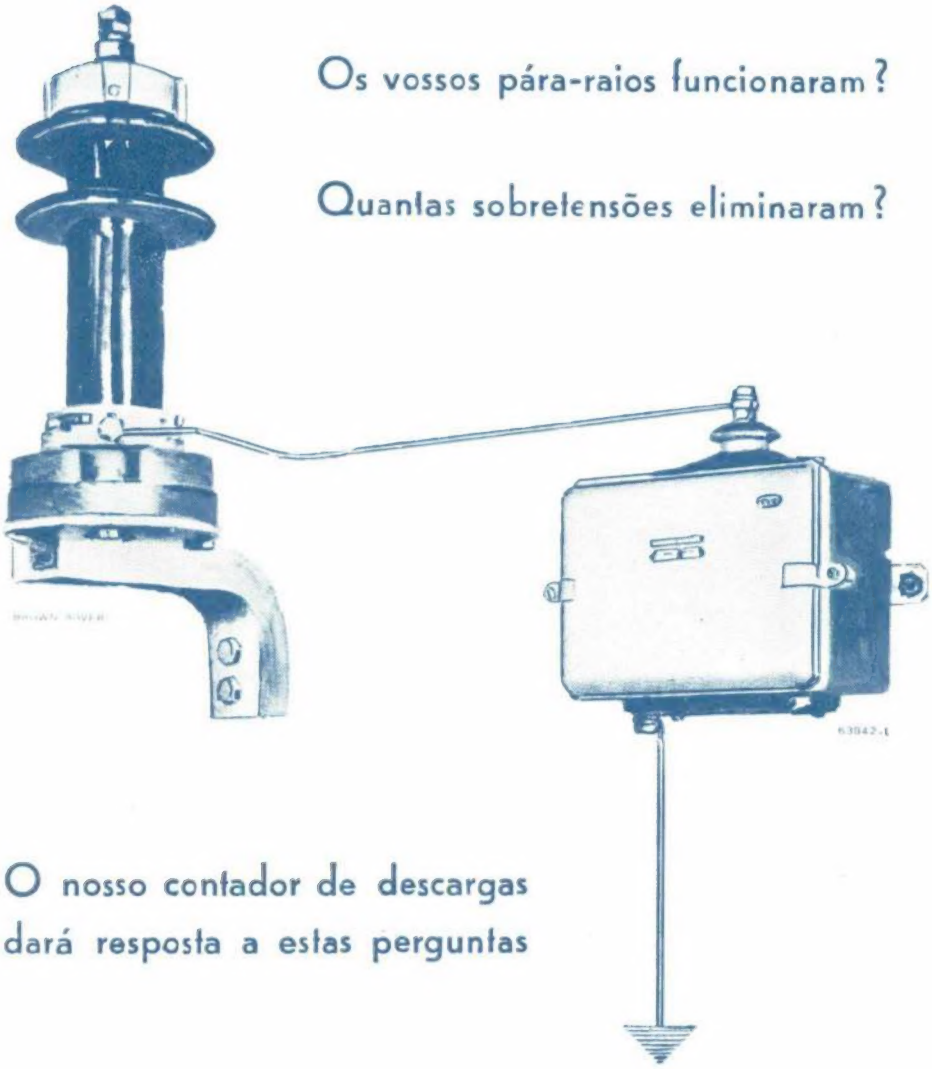
LISBOA



BROWN BOVERI

Pára-raios

Contadores de descargas



Os vossos pára-raios funcionaram?

Quantas sobretensões eliminaram?

O nosso contador de descargas dará resposta a estas perguntas

Para cada problema de protecção, os nossos Serviços Técnicos podem indicar a solução mais apropriada

SOC. DE ELECT. **BROWN BOVERI**, LDA.

RUA DE SÁ DA BANDEIRA – 481-2.º TEL. 23411-PORTO